



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA
AUTOMATIZADO PARA EL CONTROL DE INCENDIOS EN
LAS BODEGAS DE LA EMPRESA FEDERICK STORE CÍA.
LTDA.**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO MECATRÓNICO**

RONALD FERNANDO AGUAYO VELASCO

DIRECTOR: ING. ANÍBAL MANTILLA, MSC

Quito, Mayo 2015

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2015
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo **RONALD FERNANDO AGUAYO VELASCO**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Ronald Fernando Aguayo Velasco
C.I. 1715301428

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título "Diseño e implementación de un sistema automatizado para el control de incendios en las bodegas de la empresa Federick Store Cía. Ltda.", que, para aspirar al título de **Ingeniero Mecatrónico** fue desarrollado por **Ronald Aguayo**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25.

MSc. Aníbal Mantilla

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 1711996122

DEDICATORIA

A mi Padre Milton Aguayo quien me enseñó los valores y principios fundamentales para ser un hombre de bien, a mi Hermana Dina Aguayo quien ha sido un pilar fundamental, con sus palabras de aliento y apoyo aportaron en mi desarrollo personal y profesional, a mi Cuñado Freddy Tipanluisa quien me apoyó de manera continua durante el desarrollo del proyecto, por enseñarme a mejorar como persona, y por darme siempre aliento para continuar y aprender de mis errores.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quisiera agradecer a todos los maestros que me han transmitido sus conocimientos durante los años de mi formación profesional.

Agradecimiento para mi Director de Tesis M.S.c Aníbal Mantilla por su gran apoyo y asesoramiento, por todos los conocimientos brindados durante mi carrera universitaria y en la realización de esta Tesis.

A mi Hermana Dina Aguayo quien ha sido la persona que siempre ha estado ofreciéndome su ayuda incondicional, y que con sus palabras de motivación y apoyo me ayudaron a la realización de este proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	xix
ABSTRACT	xx
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. LA QUÍMICA Y LA FÍSICA DEL FUEGO	3
2.1.1. COMBUSTIÓN DE DIFUSIÓN Y PREMEZCLADO.....	4
2.1.2. IGNICIÓN	4
2.1.3. FUENTES DE IGNICIÓN	5
2.1.4. PROPAGACIÓN DE LA LLAMA	7
2.2. FUENTES DE INCENDIO.....	7
2.2.1. FUENTES DE IGNICIÓN	8
2.2.1.1. Llama abierta.....	8
2.2.1.2. Ignición espontánea.....	8
2.2.1.3. Ignición eléctrica.....	9
2.2.1.4. Chispas electrostáticas	9
2.2.1.5. Energía calorífica mecánica.....	10
2.2.1.6. Superficies calientes	10
2.3. TIPOS DE INCENDIO.....	11

2.3.1.	INCENDIOS SEGÚN MATERIAL COMBUSTIBLE	11
2.3.2.	TIPOS DE INCENDIO POR LUGAR DE LOCALIZACIÓN	12
2.3.3.	TIPOS DE INCENDIO POR MAGNITUD	13
2.3.4.	TIPOS DE INCENDIO EN FUNCIÓN DEL RIESGO	13
2.3.4.1.	Peligros de combustión en diferentes materiales	14
2.4.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA INCENDIOS	18
2.4.1.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN EN EQUIPOS DE CALEFACCIÓN	18
2.4.1.1.	Hornos y estufas	19
2.4.1.2.	Hornos de madera	19
2.4.1.3.	Tanques de enfriamiento	19
2.4.2.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN EN EQUIPOS DE PROCESOS QUÍMICOS.....	20
2.4.3.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN EN PROCESOS DE SOLDADURA Y CORTE.....	20
2.4.3.1.	Procesos eléctricos.....	21
2.4.3.2.	Procesos con gas combustible-oxígeno.....	21
2.4.4.	MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS.....	22
2.5.	MEDIDAS DE PROTECCIÓN PASIVAS CONTRA INCENDIOS	22
2.5.1.	LIMITACIÓN DE LOS INCENDIOS POR COMPARTIMENTACIÓN.....	22
2.5.2.	SELECCIÓN DEL ACABADO INTERIOR	23

2.5.3.	MITIGACIÓN DE LA PROPAGACIÓN DE HUMO	23
2.5.4.	EVACUACIÓN DE PERSONAL	24
2.5.5.	PRECAUCIÓN PARA SISTEMAS DE TRANSPORTE EN EDIFICIOS.....	26
2.5.6.	SIMULACIÓN DE INCENDIO Y CAPACITACIÓN.....	28
2.6.	MÉTODOS PARA EXTINCIÓN DE INCENDIOS	28
2.6.1.	CONTROLAR VAPORES COMBUSTIBLES.....	28
2.6.2.	APAGAR LA LLAMA.....	29
2.6.3.	CORTAR EL SUMINISTRO DE AIRE	30
2.6.4.	INSUFLAR AIRE.....	30
2.7.	MEDIDAS DE PROTECCIÓN ACTIVAS CONTRA INCENDIOS	30
2.7.1.	INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE ALARMA Y DETECCIÓN DE INCENDIOS	30
2.7.2.	INSTALACIÓN DE SISTEMAS PARA EL CONTROL DE HUMOS	31
2.7.3.	COLOCACIÓN DE EXTINTORES PORTÁTILES Y MANGUERAS.....	32
2.7.4.	INSTALACIÓN DE SISTEMAS CON ROCIADORES DE AGUA.....	33
2.7.5.	INSTALACIÓN DE SISTEMAS ESPECIALES DE EXTINCIÓN	35
2.7.5.1.	Sistemas de pulverización de agua.....	36
2.7.5.2.	Instalación de sistemas a base de espuma.....	36

2.7.5.3.	Instalación de sistemas de extinción a base de gases	38
2.7.5.4.	Sistemas de dióxido de carbono	38
2.7.5.5.	Sistemas de gas inerte	39
2.7.5.6.	Sistemas de halones.....	40
2.7.5.7.	Sistemas de hidrocarburos halogenados	41
2.8.	CENTRALES PARA LA DETECCIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS	41
2.9.	REGLAMENTO DE DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN SEGÚN CUERPO DE BOMBEROS DEL DMQ	46
2.9.1.	ILUMINACIÓN Y SEÑALIZACIÓN DE EMERGENCIA PARA SALIDAS.....	46
2.9.2.	COLUMNA DE AGUA PARA INCENDIOS.....	47
2.9.3.	PRESIÓN MÍNIMA DE AGUA PARA INCENDIO	48
2.9.4.	ROCIADORES AUTOMÁTICOS DE AGUA	48
2.9.5.	RESERVA DE AGUA EXCLUSIVA PARA INCENDIOS.....	48
2.9.6.	SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE DETECCIÓN	49
2.9.7.	DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS	49
2.10.	ESTÁNDAR DE EQUIPOS Y DISPOSITIVOS CONTRA INCENDIOS.....	50
3.	METODOLOGÍA	52
3.1.	ANÁLISIS DE RIESGO EN LAS BODEGAS DE LA EMPRESA FEDERICK STORE CIA. LTDA.....	53

3.1.1.	MATERIALES Y PRODUCTOS ALMACENADOS	53
3.1.2.	METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA EXPOSICIÓN AL RIESGO DE INCENDIO.....	54
3.1.3.	FACTORES PROPIOS DE LA INSTALACIÓN	55
3.1.3.1.	Construcción.....	55
3.1.3.2.	Situación.....	57
3.1.3.3.	Procesos.....	58
3.1.3.4.	Concentración.....	61
3.1.3.5.	Propagabilidad.....	62
3.1.3.6.	Destructibilidad	63
3.1.4.	FACTORES DE PROTECCIÓN.....	65
3.1.4.1.	Instalaciones.....	65
3.1.4.2.	Brigadas internas contra incendios	66
3.1.5.	MÉTODO DE CÁLCULO	67
3.1.6.	EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO MÉTODO MESERI.....	68
3.1.7.	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA EXPOSICIÓN AL RIESGO DE INCENDIO EN LAS BODEGAS DE LA EMPRESA FEDERICK STORE CIA. LTDA.....	75
3.1.7.1.	Método MESERI para las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda.	76
3.1.7.2.	Cálculo carga de fuego	82

3.2. ESPECIFICACIÓN DE LAS ACCIONES A TOMAR PARA EL TRATAMIENTO DEL RIESGO DE INCENDIO EN LAS BODEGAS DE LA EMPRESA FEDERICK STORE CIA. LTDA.	84
4. DISEÑO	95
4.1. DISEÑO DEL SISTEMA HÍDRICO PARA EXTINCIÓN DE INCENDIOS EN LAS BODEGAS DE LA EMPRESA FEDERICK STORE CIA. LTDA.....	95
4.1.1. NORMAS Y CÓDIGOS	96
4.1.2. PARÁMETROS DE DISEÑO	97
4.1.3. DATOS Y CÁLCULOS	98
4.1.4. ÁREA DE DISEÑO	99
4.1.5. CAUDAL TOTAL DE REFRIGERACIÓN	101
4.1.6. CARACTERÍSTICAS DE DESCARGA DE ROCIADORES	102
4.1.7. GABINETES DE MANGUERAS.....	102
4.1.8. CONEXIÓN SIAMESA	105
4.1.9. TUBERÍAS.....	105
4.1.10. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO	106
4.1.11. RESERVA EXCLUSIVA PARA INCENDIOS.....	107
4.1.12. DETERMINACIÓN DE LA ALTURA DINÁMICA TOTAL TDH	108
4.1.13. CÁLCULO DE LA ALTURA DINÁMICA TOTAL	108
4.1.14. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA BOMBA DE INCENDIOS.....	109

4.1.15. SELECCIÓN DE LA BOMBA	110
4.1.16. BOMBA JOCKEY.....	111
4.1.17. ELECCIÓN DE LA BOMBA SISTEMA CONTRA INCENDIOS.....	112
4.1.18. PANELES DE CONTROL.....	112
4.1.19. ENSAMBLAJE	112
4.1.20. FUNCIONAMIENTO	113
4.2. DISEÑO DEL SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL CONTROL DE INCENDIOS POR DETECCIÓN Y ALARMA EN LAS BODEGAS DE LA EMPRESA FEDERICK STORE CIA. LTDA.	113
4.2.1. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA.....	113
4.2.2. SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO, DETECCIÓN Y ALARMA.....	114
4.2.3. DETECTOR DE HUMO GE-INTERLOGIX 741UT	119
4.2.4. ESTACIÓN MANUAL.....	120
4.2.5. LUZ ESTROBOSCÓPICA CON SIRENA.....	122
4.2.6. CONSUMO DE CORRIENTE DE DISPOSITIVOS.....	122
4.3. IMPLEMENTACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA CONTRA INCENDIOS.....	123
4.3.1. EMPLAZAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO, DETECCIÓN Y ALARMA CONTRA INCENDIOS EN LAS BODEGAS DE LA EMPRESA FEDERICK STORE CIA. LTDA.....	126
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS	134

5.1. RESULTADOS DEL MÉTODO MESERI APLICADO A LAS BODEGAS DE LA EMPRESA FEDERICK STORE CIA. LTDA.	135
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	144
6.1. CONCLUSIONES	144
6.2. RECOMENDACIONES.....	144
GLOSARIO	146
BIBLIOGRAFÍA	147
ANEXOS	149

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 2.1 Límites de inflamabilidad en el aire	4
Tabla 2.2 Temperaturas de ignición en materiales comúnmente utilizados ..	5
Tabla 2.3 Fuentes de ignición.....	6
Tabla 2.4 Uso de extintores según el tipo de incendio.....	12
Tabla 3.1 Factores de evaluación según la altura del edificio	56
Tabla 3.2 Factores de evaluación según el área del edificio.....	56
Tabla 3.3 Factores de evaluación según la resistencia al fuego del edificio.....	57
Tabla 3.4 Factores de evaluación según la existencia de falsos techos en el edificio.....	57
Tabla 3.5 Factores de evaluación según la existencia distancia de los bomberos con en el edificio.....	58
Tabla 3.6 Factores de evaluación según la accesibilidad el edificio	58
Tabla 3.7 Factores de evaluación según el peligro de activación	59
Tabla 3.8 Factores de evaluación según la carga de fuego.....	59
Tabla 3.9 Factores de evaluación según la combustibilidad de los materiales	60
Tabla 3.10 Factores de evaluación según el orden y la limpieza de la edificación.....	60
Tabla 3.11 Factores de evaluación según la altura de almacenamiento.....	61

Tabla 3.12	Factores de evaluación según el factor de concentración.....	61
Tabla 3.13	Factores de evaluación según la propagación vertical.....	62
Tabla 3.14	Factores de evaluación según la propagación horizontal.....	62
Tabla 3.15	Factores de evaluación según la destructibilidad por calor	63
Tabla 3.16	Factores de evaluación según la destructibilidad por humo	64
Tabla 3.17	Factores de evaluación según la destructibilidad por corrosión	64
Tabla 3.18	Factores de evaluación según la destructibilidad por agua	65
Tabla 3.19	Factores de protección por instalaciones	66
Tabla 3.20	Coeficiente de evaluación de las brigadas internas contra incendios	67
Tabla 3.21	Evaluación cualitativa del riesgo de incendio	68
Tabla 3.22	Evaluación taxativa del riesgo de incendio	68
Tabla 3.23	Evaluación método MESERI (Parte 1)	69
Tabla 3.23	Evaluación método MESERI (Parte 2)	70
Tabla 3.23	Evaluación método MESERI (Parte 3)	71
Tabla 3.23	Evaluación método MESERI (Parte 4)	72
Tabla 3.23	Evaluación método MESERI (Parte 5)	73
Tabla 3.23	Evaluación método MESERI (Parte 6)	74
Tabla 3.23	Evaluación método MESERI (Parte 7)	74
Tabla 3.23	Evaluación método MESERI (Parte 8)	75

Tabla 3.24 Evaluación método MESERI para las bodegas de Federick Store Cia. Ltda. (Parte 1)	76
Tabla 3.24 Evaluación método MESERI para las bodegas de Federick Store Cia. Ltda. (Parte 2)	77
Tabla 3.24 Evaluación método MESERI para las bodegas de Federick Store Cia. Ltda. (Parte 3)	78
Tabla 3.24 Evaluación método MESERI para las bodegas de Federick Store Cia. Ltda. (Parte 4)	79
Tabla 3.24 Evaluación método MESERI para las bodegas de Federick Store Cia. Ltda. (Parte 5)	80
Tabla 3.24 Evaluación método MESERI para las bodegas de Federick Store Cia. Ltda. (Parte 6)	81
Tabla 3.24 Evaluación método MESERI para las bodegas de Federick Store Cia. Ltda. (Parte 7)	81
Tabla 3.24 Evaluación método MESERI para las bodegas de Federick Store Cia. Ltda. (Parte 8)	82
Tabla 3.25 Plan de mejora para las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda. (Parte 1)	86
Tabla 3.25 Plan de mejora para las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda. (Parte 2)	87
Tabla 3.25 Plan de mejora para las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda. (Parte 3)	88
Tabla 3.25 Plan de mejora para las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda. (Parte 4)	89

Tabla 3.25	Plan de mejora para las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda. (Parte 5)	90
Tabla 3.25	Plan de mejora para las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda. (Parte 6)	91
Tabla 3.25	Plan de mejora para las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda. (Parte 7)	92
Tabla 3.25	Plan de mejora para las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda. (Parte 8)	93
Tabla 3.25	Plan de mejora para las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda. (Parte 9)	94
Tabla 3.25	Plan de mejora para las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda. (Parte 10)	94
Tabla 4.1	Limitaciones del área de protección del sistema.....	98
Tabla 4.2	Tabla de presión y caudal rociadores	101
Tabla 4.3	Características de descarga de rociadores.....	102
Tabla 4.4	Demanda de mangueras y duración	103
Tabla 4.5	Cantidad accesorios sistema hídrico	108
Tabla 4.6	Capacidades de bombas centrifugas.....	111
Tabla 4.7	Valores de bombas carcasa dividida	111
Tabla 4.8	Especificaciones técnicas panel de control automatizado híbrido contra incendios GE-Interlogix NX-8	118
Tabla 4.9	Simbología del diagrama de instalación	126
Tabla 5.1	Resultado evaluación método MESERI (Parte 1)	135

Tabla 5.1	Resultado evaluación método MESERI (Parte 2)	136
Tabla 5.1	Resultado evaluación método MESERI (Parte 3)	137
Tabla 5.1	Resultado evaluación método MESERI (Parte 4)	138
Tabla 5.1	Resultado evaluación método MESERI (Parte 5)	139
Tabla 5.1	Resultado evaluación método MESERI (Parte 6)	140
Tabla 5.1	Resultado evaluación método MESERI (Parte 7)	141
Tabla 5.1	Resultado evaluación método MESERI (Parte 8)	142
Tabla 5.1	Resultado evaluación método MESERI (Parte 9)	142

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1.1 Árbol de problemas	1
Figura 2.1 Ventilación para salida de humo	24
Figura 2.2 Ejemplo de una señal de emergencia	25
Figura 2.3 Señalización de emergencia para evitar el uso de ascensores	27
Figura 2.4 Detectores de humo y calor	32
Figura 2.5 Extintor portátil	32
Figura 2.6 Sistema de rociadores con acción previa	34
Figura 2.7 Secuencia de un rociador termo sensible.....	35
Figura 2.8 Rociadores a base de agua pulverizada	36
Figura 2.9 Sistema de aspersores a base de espuma	37
Figura 2.10 Tanques con dióxido de carbono	38
Figura 2.11 Sistema básico de gas inerte	40
Figura 2.12 Central para la detección y alarma de incendios roja	42
Figura 2.13 Conexión detector de humo 4 hilos a un panel de una central de detección y alarma de incendio	43
Figura 2.14 Estación manual convencional	44
Figura 2.15 Sirenas y luces estroboscópicas convencionales	45
Figura 2.16 Dispositivo con certificación UL.....	51

Figura 3.1	Esquema gráfico de la metodología a utilizar en el presente proyecto	52
Figura 3.2	Formas de tratamiento del riesgo	85
Figura 4.1	Sistema hídrico - Distribución de rociadores	99
Figura 4.2	Gabinete de mangueras.....	103
Figura 4.3	Ubicación del Gabinete en los planos	104
Figura 4.4	Toma siamesa	105
Figura 4.5	Diagrama de la arquitectura del sistema de control en su modo de operación	114
Figura 4.6	Panel de control automatizado híbrido contra incendios GE-Interlogix NX-8.....	118
Figura 4.7	Teclado alfanumérico NE-148E-RF.....	119
Figura 4.8	Detector de humo GE-Interlogix 741UT	120
Figura 4.9	Estación manual tipo palanca	121
Figura 4.10	Luz estroboscópica con sirena	122
Figura 4.11	Diagrama de la arquitectura del sistema con sus componentes específicos en su modo de operación.....	123
Figura 4.12	Ubicación de los componentes del sistema de detección y alarma contra incendios	125
Figura 4.13	Conexión estación manual MIRCOM	127
Figura 4.14	Estación manual MIRCOM instalada.....	127
Figura 4.15	Conexión detector de humo 741-UT	128

Figura 4.16	Detector de humo 741-UT instalado.....	128
Figura 4.17	Conexión unidad central GE-Interlogix NX-8.....	129
Figura 4.18	Conexión teclado alfanumérico NE-148E-RF	130
Figura 4.19	Instalación unidad central GE-Interlogix NX-8 y teclado alfanumérico NE-148E-RF	131
Figura 4.20	Conexión luz estroboscópica con sirena	132
Figura 4.21	Instalación luz estroboscópica con sirena	132
Figura 4.22	Extintor manual	133
Figura 4.23	Luz de emergencia con tecnología led	133

ÍNDICE DE ECUACIONES

	PÁGINA
Ecuación 3.1 Fórmula método MESERI	67
Ecuación 3.2 Poder Calorífico	82
Ecuación 3.3 Poder calorífico de la madera.....	83
Ecuación 3.4 Carga de fuego Q.....	83
Ecuación 4.1 Fórmula área de cobertura de un rociador	100
Ecuación 4.2 Fórmula número de rociadores	100
Ecuación 4.3 Fórmula número de rociadores en cada línea	100
Ecuación 4.4 Fórmula caudal total de refrigeración	101
Ecuación 4.5 Fórmula caudal total del sistema.....	104
Ecuación 4.6 Fórmula potencia teórica calculada de la bomba.....	106
Ecuación 4.7 Fórmula potencia real	107
Ecuación 4.8 Fórmula altura dinámica total	108

ÍNDICE DE ANEXOS

PÁGINA

Anexo I Manual de usuario del sistema de control electrónico, detección y alarma contra incendios GE-Interlogix nx-8	149
--	-----

RESUMEN

Los incendios desde tiempos pasados han sido un tema de gran preocupación por parte del ser humano, y este en respuesta se ha ingeniado diferentes maneras para poder controlar y anticipar los incendios. En el presente proyecto se aplicó una metodología para el control de riesgos, el diseño de una red hídrica y la implementación de un sistema de control electrónico automatizado para la detección temprana de un incendio en las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda. Se analizó el estado en el cual se encontraban en relación al riesgo de incendio y mediante el método Meseri se identificó los factores en los cuales se puede aceptar, mitigar, transferir y eliminar el riesgo de incendio. Una vez identificados los factores de riesgo en los cuales se puede mitigar el riesgo de incendio, se diseñó un sistema hídrico contra incendios y se implementó un sistema automático para el control, detección y alarma contra incendios. Los sistemas de control electrónico para la detección temprana de un incendio son los más utilizados en la actualidad debido a su tecnología de rápida respuesta, permite al personal capacitado tomar medidas rápidas y adecuadas para mitigar o extinguir de manera efectiva un incendio. Con los resultados obtenidos del diseño de la red hídrica y del diseño e implementación del sistema automático para el control, detección y alarma contra incendios, se realizó una comparación con los valores obtenidos inicialmente en el método Meseri y se identificó que el factor de riesgo de un incendio en las bodegas se reduce ampliamente, alcanzando los objetivos con éxito y en su totalidad.

ABSTRACT

The fires from the past have been a topic of great concern to the human being, and this in response has managed different ways to control and anticipate the fire. In this project methodologies for risk control, the design of a water supply and implementation of an automated electronic control system for the early detection of a fire in the warehouses of the company Federick Store Cia. Ltda was applied. It is analyzed the state where they were in relation to the risk of fire and by factors Meseri method in which you can accept, mitigate, transfer and eliminate the risk of fire was identified. Having identified the risk factors which can mitigate the risk of fire, fire water system was designed and an automatic system for monitoring, detection and fire alarm was implemented. Electronic control systems for early detection of a fire are the most used today because thanks to its quick-response technology allows trained personnel to take prompt and appropriate measures to mitigate or effectively extinguish a fire. With the results of the design of the water system and the design and implementation of automatic control, detection and fire alarm, a comparison with the values obtained initially in the Meseri method was performed and identified the risk factor a fire in the warehouses is greatly reduced, reaching goals successfully and completely.

1. INTRODUCCIÓN

Los incendios son una de las mayores catástrofes naturales en la historia de la humanidad y en la mayoría de los casos son provocados por el mismo ser humano, en la actualidad los incendios presentan una problemática muy grande, el avance de la industria y las empresas en general, un incendio ocasionado por cualquier tipo de negligencia o descuido puede ocasionar grandes pérdidas económicas, ambientales y en el peor de los casos la pérdida de vidas.

Es por esto que la empresa Federick Store Cia. Ltda., una empresa dedicada a la importación de productos como ropa deportiva y zapatos, se vio en la necesidad de implementar un sistema para mitigar un posible flagelo en sus bodegas. Para suplir la necesidad de la empresa se utilizará una metodología para la detección y control de riesgos de incendio, de igual manera se diseñará una red hídrica contra incendios e implementar un sistema automatizado para la detección temprana de un incendio.

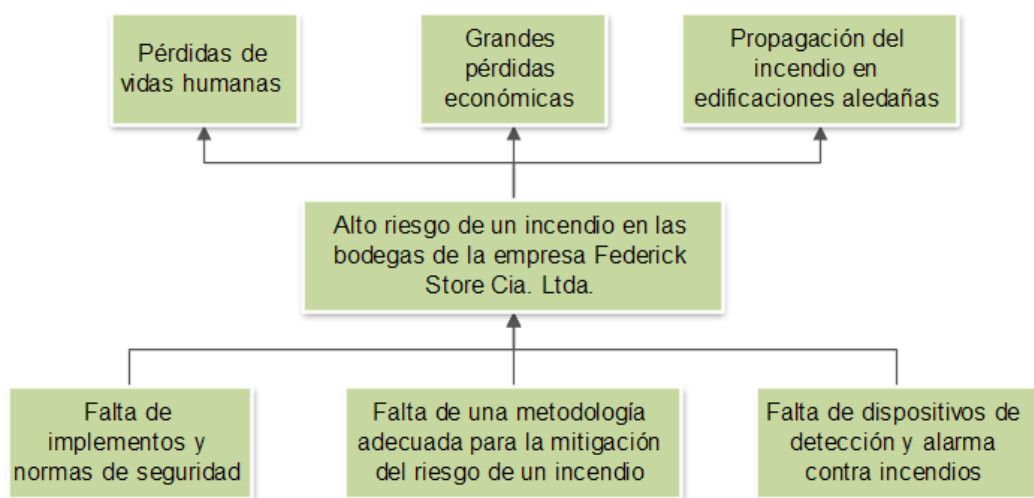


Figura 1.1 Árbol de problemas

La metodología para el control de riesgos de un incendio permite ampliamente detectar falencias de organización de productos, conexiones eléctricas, falta de extintores manuales, falta de sistemas hídricos, falta de sistemas electrónicos, falta de capacitación al personal con respecto a una rápida respuesta en el inicio de un flagelo.

Con el conocimiento de las falencias obtenidas mediante la metodología de control de riesgos se toman medidas correctivas y preventivas para disminuir y mitigar los riesgos encontrados.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un sistema automatizado para el control de incendios en las bodegas de la empresa Federick Store Cía. Ltda.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el estado actual de las bodegas de la empresa Federick Store Cía. Ltda.
- Utilizar una metodología para evaluación y control de riesgos de incendio en las bodegas de la empresa Federick Store Cía. Ltda.
- Evaluar los resultados iniciales obtenidos en las bodegas de la empresa Federick Store Cía. Ltda., mediante la metodología para el control de riesgos.
- Diseñar una red hídrica para el control de incendios en las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda.
- Implementar un sistema de control electrónico para la detección temprana de un incendio.

El alcance final del presente proyecto será en el desarrollo e implementación de un plan integral para el control del riesgo de un incendio en las bodegas de la empresa Federick Store Cía. Ltda., corrigiendo y mejorando todas las falencias que se localizaron en la evaluación de la metodología e implementando un sistema de control electrónico para la detección temprana de un incendio.

2. MARCO TEÓRICO

Los conocimientos del hombre en la actualidad con respecto al fuego, han desarrollado una amplia gama de herramientas para contrarrestar los diferentes tipos de flagelos. De tal manera que desde instrumentos básicos de detección y extinción de flagelos como rociadores manuales de agua, hasta sofisticados sistemas inteligentes alarma y extinción.

El avance tecnológico está en constante crecimiento, a tal punto que los paneles de alarma contra incendios incluyen sistemas de control remoto, indicadores de auto limpieza para los detectores de humo, notificaciones mediante correo electrónico y sistemas inalámbricos.

2.1. LA QUÍMICA Y LA FÍSICA DEL FUEGO

No se pretende explicar detalladamente la química y la física del fuego, simplemente se explicará brevemente todos los elementos que intervienen en un flagelo y sus posibles consecuencias tomando en cuenta ciertos aspectos de la química y de la física.

De esta manera un incendio es el producto de una combustión incontrolada. En un incendio intervienen una gran cantidad de agentes combustibles en forma de gases, líquidos y sólidos. Los materiales generalmente están constituidos de carbono y se las denomina sustancias combustibles.

Estas sustancias se diferencian en diferentes aspectos como la velocidad con que se inicia el flagelo o ignición, la velocidad con la que se desarrolla o propagación de la llama y la intensidad el mismo o liberación de calor.

Los materiales combustibles pueden entrar en combustión en diferentes condiciones, pero siempre es mediante una fuente de ignición capaz de iniciar una reacción en cadena.

El proceso de un flagelo se inicia cuando la sustancia combustible reacciona con el oxígeno del aire liberando energía y liberando elementos productos de la combustión los cuales pueden ser tóxicos.

2.1.1. COMBUSTIÓN DE DIFUSIÓN Y PREMEZCLADO

La combustión de difusión se produce cuando una corriente de gas pasa por una tubería y esta entra en ignición, produciendo combustión cuando el gas se mezcla con el aire. La llama de difusión toma un color amarillo por la presencia de partículas de hollín formadas por la combustión incompleta.

La combustión premezclada se produce al momento en el que el gas y el aire se mezclan antes de la ignición y de esta manera se produce una combustión de premezclado pero siempre que la concentración de gas y aire sea la adecuada, si la mezcla no es la correcta simplemente no es inflamable. Los límites de concentración en la mezcla de gases.

Tabla 2.1 Límites de inflamabilidad en el aire

Gas	Límite inferior de inflamabilidad (% volumen)	Límite superior de inflamabilidad (% volumen)
Monóxido de carbono	12,5	74
Metano	5	15
Propano	2,1	9,5
Metanol	6,7	36
Etanol	3,3	19
Acetona	2,6	13
Benceno	1,3	7,9

2.1.2. IGNICIÓN

Para que se produzca la ignición de un elemento se necesita el aumento de su temperatura superficial a una velocidad suficiente para que se mantenga la llama.

Los combustibles líquidos se clasifican según su punto de inflamación o la temperatura mínima a la que el vapor que emiten se convierta en inflamable. De igual manera sucede con los combustibles sólidos, se necesita que su temperatura aumente para llegar al punto de ignición, en este caso la temperatura es generalmente más alta a comparación de los líquidos combustibles, debido a las exigencias que tienen los sólidos con su descomposición química. El punto de ignición en los materiales sólidos generalmente se encuentra por encima de los 300 °C dependiendo del material combustible como se muestra en la Tabla 2.2. Un material sólido llega a su punto de ignición en función de la facilidad para elevarse la temperatura superficial.

Tabla 2.2 Temperaturas de ignición en materiales comúnmente utilizados

Material	Punto de ignición (°C)
Gas natural de alto contenido en metano	482 - 632
Butano (comercial)	482 - 538
Etanol	363
Gasolina	456
Hidrógeno	500
Madera Blanda	320 - 350
Madera Dura	313 - 393
Propano (comercial)	492 - 604

Fuente: (http://www.redproteger.com.ar/temp_ignicion.htm)

2.1.3. FUENTES DE IGNICIÓN

Para que una fuente de ignición tenga efecto no simplemente se necesita que ésta eleve la temperatura de una superficie sino también conseguir que los vapores entren en combustión.

Es así que si se aplica una llama a un material éste proceso consigue elevar la temperatura de la superficie del material y generar vapores a altas temperaturas consiguiendo una ignición. Pero si los vapores generados por sustancias inflamables pueden entrar en ignición simplemente al tener contacto con el aire, este fenómeno se lo conoce como ignición espontánea. Hay un gran número de fuentes de ignición, pero la mayoría de estas son resultado del descuido del hombre como se muestra en la tabla 2.3. Hay ciertos materiales que pueden provocar una ignición sin llama, es cuando se presenta un fenómeno de auto calentamiento, este se produce cuando se guarda una gran cantidad de material, de forma que el calor generado por la lenta oxidación no puede escapar y así se produce un aumento de temperatura dentro de la masa produciendo combustión.

Tabla 2.3 Fuentes de ignición

Fuentes de ignición	Ejemplos
Equipos eléctricos	Calentadores eléctricos, secadores de pelo, mantas eléctricas, etc.
Fuentes de llama abierta	Cerilla, mechero, equipos de soldadura, etc.
Equipos con combustible gaseoso	Estufa de gas, calefactor, hornillo, etc.
Otros equipos con combustible	Estufa de leña, etc.
Material de fumador	Cigarrillo, pipa, etc.
Objetos calientes	Tubos calientes, chispas mecánicas, etc.
Exposición al calor	Fuego próximo, etc.
Calentamiento espontáneo	Trapos impregnados de aceite de linaza, pila de carbón, etc.
Reacción química	Poco frecuente: permanganato potásico con glicerol.

2.1.4. PROPAGACIÓN DE LA LLAMA

Lo que principalmente influye en la velocidad de propagación de la llama son las superficies combustibles que están a su alrededor. Es la fuente de avance de la ignición en donde el extremo de la llama enciende el combustible que aún no está ardiendo a su alrededor. La velocidad de propagación de la llama depende de las propiedades de todos los materiales que se encuentran alrededor de la misma, de tal manera que la transferencia directa de calor en los diferentes materiales de forma vertical es más peligrosa, como por ejemplo las llamas en las cortinas, paredes de madera, camisas de algodón.

Otro aspecto muy importante en la velocidad de propagación de la llama es el flujo de calor que irradia la llama, si el flujo de calor es muy alto la irradiación de calor contribuye de manera directa a la rápida propagación de las llama en cualquier medio.

2.2. FUENTES DE INCENDIO

Un incendio es un desencadenamiento de gran importancia e incontrolable de fuego, se propaga de manera rápida y puede ocasionar gran destrucción a su paso, bienes materiales y en el peor de los casos vidas.

La ignición es el primer proceso para que se produzca una combustión de incendio, puede ser causada por una fuente externa, auto ignición, o reacciones que se producen en el propio material provocando liberación de calor.

El mecanismo de ignición de los materiales se diferencian dependiendo del material es decir si son sólidos, líquidos o gaseosos. Generalmente los sólidos inician su combustión de una fuente externa como conducción, convección, radiación o todas ellas unidas. En la ignición de un líquido se necesita que el vapor del líquido sea lo suficientemente capaz de arder en el espacio que hay en la superficie del material líquido. De esta manera los materiales líquidos son combustibles.

Los gases combustibles tienen la característica de arder en forma natural. De forma que el gas y el aire solo pueden entrar en ignición bajo un rango considerable de concentración.

2.2.1. FUENTES DE IGNICIÓN

Se destacan las fuentes de ignición más comunes:

2.2.1.1. Llama abierta

La llama abierta es la fuente de ignición frecuente, muchas máquinas y equipos en el hogar e industria trabajan con una llama desnuda, por lo que básicamente esta fuente se puede transmitir de un lado a otro sin el debido control.

2.2.1.2. Ignición espontánea

Las reacciones químicas que generan calor de forma natural y espontánea provocan un gran riesgo de ignición y una futura combustión. Algunos gases como el fósforo de hidrógeno y el hidruro de boro son propensos a la ignición espontánea. En los líquidos la ignición espontánea se produce cuando entran en contacto con el aire o materiales sólidos de gran superficie. Un ejemplo de una ignición espontánea es cuando una gran cantidad de productos a base de lana de vidrio o lana mineral son impregnados de grasa dan origen a una combustión de grandes proporciones.

La violenta reacción exotérmica que se produce cuando materiales químicos se mezclan y entran en contacto. Como el ácido sulfúrico mezclado con otros materiales combustibles orgánicos, producen una acelerada ignición lo que provoca un incendio en grandes proporciones.

Se debe tomar en cuenta que a pesar de la ignición espontánea esta cobra fuerza cuando se tienen condiciones técnicas incorrectas, tales como la ventilación descompuesta, fallas de mantenimiento y limpieza de equipos y materiales, entre otras.

2.2.1.3. Ignición eléctrica

En la industria hay una gran cantidad de equipos eléctricos, de igual manera las conexiones eléctricas de las plantas y edificios pueden ocasionar un flagelo por sobrecargas eléctricas. Las causas más comunes son debido a sobrecargas importantes, cortocircuitos, y chispas eléctricas.

Una sobrecarga se produce debido a un exceso de aparatos conectados a un solo tomacorriente o el cableado indebido para la conexión de varios equipos. Esta sobrecarga puede generar una pequeña explosión y provoque una combustión sobre los materiales a su alrededor.

En los sistemas eléctricos también ocurren cortocircuitos y estos son uno de los mayores peligros porque pueden ocasionar fuertes incendios, generalmente se producen debido a una mala conexión eléctrica debido a que los cables se pueden unir entre si y generar un cortocircuito o indirectamente a través de un arco eléctrico, esta se produce en lugares donde se tiene circuitos de alta tensión sin las debidas protecciones.

Las chispas eléctricas son ocasionadas por pequeños cortocircuitos, son muy peligrosas en ambientes donde se tiene gases o elementos y fluidos altamente inflamables.

Para evitar accidentes se recomienda un mantenimiento regular y cauteloso sobre todos los aparatos y conexiones eléctricas del edificio, hogar, negocio.

2.2.1.4. Chispas electrostáticas

Se tiene tres tipos de cargas electrostáticas:

a) Cargas separadas

Se caracterizan en que las cargas de polaridad sustractiva se acumulan en dos cuerpos simultáneamente provocando una pequeña chispa.

b) Cargas de paso

Son aquellas cargas que al circular dejan una polaridad opuesta.

c) Cargas separadas

Es cuando un cuerpo recibe una pequeña carga exterior y genera una pequeña chispa electrostática.

Las cargas aparecen por diferentes procesos físicos, como el desplazamiento, el frotamiento, cambio de presión. Todo esto generando chispas, las cuales pueden generar un flagelo en las condiciones y medios indicados. Para esto se recomienda ropa y accesorios adecuados en los trabajos donde se manipulan gases o elementos altamente inflamables.

2.2.1.5. Energía calorífica mecánica

La fricción está siempre presente en la industria de tal manera que se debe tener cuidado al momento de dar mantenimiento, siempre toda maquinaria en la cual existe fricción se la debe lubricar muy bien.

Las chispas por fricción pueden producirse por la fricción de metales, al caer piezas o herramientas, se pueden generar pequeñas chispas, y se puede producir un incendio en los materiales adyacentes a las chispas. Es un riesgo real ya en ambientes con gases, vapores y polvos combustibles se puede generar explosiones y flagelos importantes.

2.2.1.6. Superficies calientes

En la industria se encuentran diferentes maquinarias que por su constante funcionamiento generan calor superficial, este calor puede provocar en los ambientes correctos, una ignición en materiales cercanos como pinturas o químicos, peor aún si alrededor de las maquinarias existen gases que puedan generar explosiones, también las superficies calientes son de gran peligro si al contacto de estas se encuentran cajas o materiales altamente combustibles.

Se debe tomar medidas de seguridad con esta maquinaria debido a que en condiciones adecuadas pueden provocar serios incendios.

2.3. TIPOS DE INCENDIO

Es de gran importancia conocer el tipo de incendio para realizar un correcto análisis de los materiales y sistemas contra incendios a ser utilizados como se muestra en la tabla 2.4.

2.3.1. INCENDIOS SEGÚN MATERIAL COMBUSTIBLE

Generalmente se tiene cuatro tipos de incendio según el material combustible y se clasifican de la siguiente manera:

- a) Clase A, se producen a base de materiales sólidos como madera, tejidos, papel, y algunos tipos de plásticos.
- b) Clase B, se producen a base de materiales líquidos o sólidos licuables como el petróleo, gasolina, pintura, ceras y plásticos.
- c) Clase C, incendios que involucran gases como el gas natural, el hidrógeno, el propano, entre otros.
- d) Clase D. se producen a base de metales combustibles como el sodio, el magnesio, el potasio, también puede producirse con residuos muy finos de metales como el aluminio, el hierro, entre otros.

También existen incendios no comunes, que se catalogan en ciertos países tales como:

- a) Clase F o K, Son incendios que se producen por derivados de aceites de cocinar, los aceites entran en altas temperaturas lo que les diferencia de los líquidos inflamables, debido a que se encuentran en altas temperaturas inicialmente los agentes de extinción normales no son efectivos para controlar los incendios clase F o K.

- b) Clase E, son aquellos en los cuales se ven involucrados materiales radioactivos, dichos materiales deben ser tratados con equipos especializados debido a que el peligro de propagación de la radiación es muy alta.

Tabla 2.4 Uso de extintores según el tipo de incendio

CLASES DE FUEGOS		ELEMENTOS EXTINTORES								
		AGUA	AIFF	ANHIDRIDO CARBONICO	POLVO ABC	POLVO BC	HCFC 123	POLVO SECO	WATER MIST	WET CHEMICAL
	Materiales que producen brasas (madera, papel, cartón y otros).	SI Acción de enfriamiento	SI Enfría y sofoca	NO No apaga fuegos profundos	SI Se funde sobre los elementos	NO No es específico para este uso	SI Absorbe el calor	NO No es específico para este uso	SI Absorbe el calor	SI Absorbe el calor
	Líquidos inflamables (naftas, alcoholes y otros).	NO Españe el combustible	SI Sofoca por medio de película de espuma	SI Sofoca por desplazar el oxígeno	SI Rompe la cadena de combustión	SI Rompe la cadena de combustión	SI Rompe la cadena de combustión	NO No es específico para este uso	NO No es específico para este uso	SI Rompe la cadena de combustión
	Equipos energizados eléctricamente.	NO Conduce la electricidad	NO Conduce la electricidad	SI No es conductor de la electricidad	SI No es conductor de la electricidad	SI No es conductor de la electricidad	SI No es conductor de la electricidad	NO No es específico para este uso	SI No es conductor de la electricidad	SI No es conductor de la electricidad
	Metales combustibles (aluminio, magnesio y otros).	NO No es específico para este uso	NO No es específico para este uso	NO No es específico para este uso	NO No es específico para este uso	NO No es específico para este uso	NO No es específico para este uso	SI Es necesario utilizar el polvo adecuado para cada riesgo	NO No es específico para este uso	NO No es específico para este uso
	Elementos que involucran aceites y grasas de origen vegetal y mineral.	NO No es específico para este uso	NO No es específico para este uso	NO No es específico para este uso	NO No es específico para este uso	NO No es específico para este uso	NO No es específico para este uso	NO No es específico para este uso	NO No es específico para este uso	SI Actúa por saponificación

REFERENCIAS: SI NO ES RECOMENDABLE NO - PELIGRO

Fuente: (<http://www.maxiseguridad.com.ar>, 2014)

2.3.2. TIPOS DE INCENDIO POR LUGAR DE LOCALIZACIÓN

- a) Los incendios urbanos se caracterizan por iniciarse en lugares donde existe presencia constante de personas, como casas y edificios.
- b) Los industriales como su nombre lo indica son aquellos que se producen en industrias donde se manufacturan y almacenan materiales que pueden ser combustibles.
- c) Los forestales son muy comunes en veranos y para extinguirlos se debe considerar el tipo de incendio forestal a ser tratado, existen tres tipos de incendio forestal:
 - De copas, son aquellos que se inician en las copas de los árboles, se caracterizan por propagarse fácil y rápidamente.

- De superficie, se producen cuando el flagelo se inicia en los matorrales u hojas secas en la superficie del bosque.
- De subsuelo, se caracterizan por que el agente principal del incendio son raíces y materias orgánicas debajo del suelo, estas no arden directamente sino que contienen brasas y poco humo, se propagan lentamente y se las encuentra en incendios fuertes donde se debe tomar precauciones debido a que los incendios de subsuelo pueden reactivar al incendio previamente tratado en la superficie, para esto se remueve el terreno y se usa zanjas para extinguirlo.

d) Incendios en medios de transporte son aquellos que se producen en vehículos o cualquier otro medio de transporte, la dificultad de extinguirlos depende de la distancia que estos se encuentren del departamento de bomberos.

2.3.3. TIPOS DE INCENDIO POR MAGNITUD

- a) Un conato es un incendio pequeño que puede ser controlado fácilmente con un extintor de mano.
- b) Un incendio parcial es un incendio mediano que abarca un cuarto pequeño, parte de una casa o un edificio, son de gran peligro debido a que si no se los controla a tiempo pueden propagarse rápidamente.
- c) Un incendio total es un aquel que se encuentra fuera de control, afecta a toda una casa, edificio, instalación. Su extinción se puede tornar muy complicada para los bomberos porque se expande rápidamente a otros edificios.

2.3.4. TIPOS DE INCENDIO EN FUNCIÓN DEL RIESGO

Los tipos de incendio en función del riesgo se dividen en:

- a) Ligero

b) Ordinario

c) Extraordinario

Cada factor de riesgo depende de la cantidad de elementos combustibles como madera, pintura, plástico, gasolina, que se encuentren en el lugar, también se toma en cuenta la dificultad para ingresar al mismo y el tamaño del sitio a ser tratado.

2.3.4.1. Peligros de combustión en diferentes materiales

Los materiales que se encuentran en hogares, empresas e industrias deben ser estudiados con detalle al momento de analizar los diferentes peligros que se presentan en el caso de que entren en combustión.

a) Productos de madera

Los productos de madera se los encuentra en cualquier lugar ya sea en los hogares o en la industria con todos sus derivados. La madera como sus derivados son materiales altamente combustibles, simplemente al mantener contacto con cualquier fuente de ignición como con una superficie a alta temperatura genera una combustión inmediata.

En construcciones estructurales clásicas la madera entra en un proceso de recubrimiento con agentes ignífugos para que sean menos combustibles, pero dichos agentes no eliminan por completo el peligro al estar en contacto directo con la llama, la cual entra en combustión directa con la madera.

Al tomar en cuenta la combustibilidad de los materiales de madera y sus derivados se debe analizar principalmente la temperatura de ignición que depende de diferentes factores como la densidad, el tamaño, la humedad, entre otros. Diferentes estudios han demostrado de materiales de madera limpios y en áreas secas tienen un factor de ignición sumamente bajo, al contrario de los productos almacenados en lugares cerrados con poca ventilación que pueden llegar a producir una ignición espontánea.

b) Fibras y textiles

Todo material hecho de fibras son combustibles, en realidad estos materiales constituyen un elemento primordial en la propagación de la llama, debido a que se encuentra en cualquier lugar del entorno humano.

Dependiendo del tipo de fibra varía su temperatura de ignición, de esta manera materiales de fibras animales su combustión es menos fuerte que en materiales de fibras naturales o vegetales.

En la actualidad se elaboran textiles a base de fibras mixtas, es decir mezclas entre fibras artificiales y naturales, su fabricación es debido a que mediante la unión de fibras se producen textiles ignífugos.

c) Líquidos

La gran cantidad de líquidos combustibles e inflamables presentan un gran peligro en todos los medios, debido a que pueden entrar en ignición con muy poco esfuerzo. El vapor que generan los líquidos combustibles es altamente volátil y puede generar una explosión dependiendo de su concentración.

Para controlar los líquidos combustibles y sus gases se deben tomar varias precauciones como eliminar las fuentes de ignición de sus alrededores, en lugares cerrados los líquidos combustibles deben estar bajo un gas inerte, almacenamiento adecuado en recipientes cerrados, en el almacenamiento utilizar ventilación adecuada para evitar la acumulación de gases inflamables.

d) Productos químicos

Al trabajar con productos químicos en el ámbito de incendios se debe tomar en cuenta diferentes propiedades como la combustibilidad, la capacidad de ignición, reacción con otros materiales, toxicidad y radioactividad. Se debe tomar en cuenta las propiedades de los productos químicos, se puede tomar

una o varias medidas de seguridad para poder manejarlos, siendo elementos delicados no se debe pasar por alto ninguna norma de seguridad.

Si un producto químico es altamente tóxico el peligro de que este elemento entre en combustión es sumamente alto, debido a que los vapores que pueden generar se elevan en el aire pudiendo ocasionar desmayos y en el peor de los casos la muerte al personal que se está en evacuación, de igual manera es un gran peligro porque se puede escapar a los alrededores con facilidad generando pérdidas incalculables.

Existen algunos materiales químicos que reaccionan con el agua y el aire, los cuales son de gran peligro debido a que con el simple contacto con dichos elementos pueden provocar una gran explosión, entre estos materiales están los óxidos, hidróxidos, hidruros, anhídridos, metales alcalinos, fosforo, entre otros.

e) Metales

Los materiales metálicos dependiendo su densidad y tamaño pueden o no ser materiales combustibles o que entren en ignición fácilmente, por ejemplo el acero y el aluminio con gran espesor y densidad no representan un peligro directo debido a que no son combustibles.

Pero si tenemos polvo de aluminio o alodones metálicos de hierro muy finos, estos pueden entrar en ignición, ardiendo de forma intensa aumentando el calor ambiental y propagando la llama con facilidad.

Metales alcalinos como el litio o el sodio, metales alcalinotérreos como el calcio o el magnesio, son capaces de entrar en ignición con mucha facilidad cuando se encuentran en estado de polvo o como pequeñas limaduras. Se debe manejar con mucho cuidado los metales en estado de polvo o de tiras pequeñas debido a que dependiendo del metal, pueden reaccionar con el simple contacto al aire libre, se los debe almacenar en recipientes especiales en una atmósfera al vacío, gas inerte o bajo un líquido neutro.

Al extinguir un incendio con metales combustibles se debe tomar en cuenta el tipo de agente extintor adecuado y su respectivo procedimiento de uso debido a que si se elige incorrectamente se puede empeorar la situación.

Un procedimiento adecuado se la realiza mediante una rápida detección del incendio, usando los agentes de extinción correctos, de igual manera se debe tratar si es posible por supuesto, de retirar metales y otros materiales combustibles adyacentes al incendio.

f) Plásticos y cauchos

Se los elabora mediante compuestos orgánicos macromoleculares sintéticos o mediante la modificación de materiales naturales. El caucho natural se lo obtiene de los árboles de caucho y se someten a un proceso de vulcanización, también existen cauchos artificiales a base del butadieno.

El uso de plásticos y cauchos es muy amplio, en la actualidad se los encuentra en cualquier parte del entorno humano. Se los considera materiales combustibles que dependiendo de su densidad y tamaño se analiza su capacidad de ignición, de producción de humos, producción de gases tóxicos.

Mediante el análisis de los materiales plásticos o de caucho se determinan sus aplicaciones y usos, estableciendo las normas de seguridad pertinentes en caso de incendios.

Generalmente la temperatura de ignición de los plásticos es superior a los materiales convencionales como madera, pero al momento que los plásticos entran en ignición su combustión se realiza con mayor rapidez e intensidad.

Un incendio en el cual se vean involucrados materiales plásticos van acompañados de una fuerte cantidad de humo, imposibilitando la visión y respiración, de igual manera este humo genera una gran cantidad de gases tóxicos como ácido clorhídrico, monóxido de carbono, gases nitrosos, entre otros.

Es importante saber manejar dichos gases porque se propagan fácilmente y pueden contaminar áreas adyacentes.

Los gases son muy peligrosos y en lugares en los cuales se trabaja con plásticos y cauchos las normas de seguridad son un tema primordial en la seguridad industrial, se debe tomar en cuenta mascarillas, agentes ignífugos que inhiben la combustibilidad, reduciendo su velocidad de combustión, ventilación adecuada, extractores de humo ubicados estratégicamente, y salidas de evacuación muy bien identificadas de manera visible y audible.

2.4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA INCENDIOS

En la historia se han presentado grandes incendios, los cuales fueron capaces de arrasar con ciudades enteras, como el gran incendio de Guayaquil en 1895, incendios sumamente fuertes que fueron la base de importantes medidas preventivas.

Las normas NFPA (National Fire Protection Association) en Estados Unidos, las cuales detallan claramente las diferentes normas y reglas que se deben seguir para el correcto manejo y control de materiales combustibles, sistemas contra incendios, fuentes de ignición, entre otros. Aparte de la normativa internacional NFPA, existen las normas internas de cada país y ciudad, las cuales se basan en reglamentos similares a la normativa NFPA.

2.4.1. MEDIDAS DE PREVENCIÓN EN EQUIPOS DE CALEFACCIÓN

Los equipos de calefacción se los encuentra en muchas partes como hogares, empresas e industrias, existen calefactores de diferentes tamaños y potencias como las estufas, hornos convencionales, hornos de madera, deshidratadores, secadores, entre otros.

El mal manejo o el escaso mantenimiento de estos equipos pueden generar serios riesgos tales como provocar una ignición en los materiales combustibles adyacentes, sobrecalentamiento, ignición de productos o materiales en proceso.

2.4.1.1. Hornos y estufas

En estos equipos el peligro es mayor al iniciar la combustión y al momento de apagarlos, de esta manera una buena forma de prevenir es dando una capacitación constante al personal encargado sobre el correcto manejo y manutención de los equipos.

Los hornos y estufas deben estar libres de cualquier residuo antes y después de su operación.

2.4.1.2. Hornos de madera

Para prevenir incendios con estos equipos es importante que los hornos de madera sean aislados de cualquier elemento combustible que se encuentre a su alrededor, adicionalmente es muy importante que se de mantenimiento constante a los equipos, limpiar por completo el horno para evitar que pequeños residuos de material combustible pueda salir y provocar un incendio en sus cercanías.

Además se debe considerar una correcta ventilación con sistemas de alta calidad.

2.4.1.3. Tanques de enfriamiento

La causa más común de incendio en estos equipos es por la inmersión parcial del material a ser templado esto provoca que material combustible se derrame ocasionando un incendio, para evitar esto se debe controlar la velocidad de inmersión, el correcto transporte del material.

Se debe dar un mantenimiento constante y capacitar al personal con temas de seguridad y manejo adecuado del equipo.

También se deben utilizar sistemas de extinción con productos químicos secos en la parte superior del tanque, se debe colocar en el techo de la planta un sistema de rociadores automáticos y que el personal que trabaje en las proximidades del tanque utilice protección especial.

2.4.2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN EN EQUIPOS DE PROCESOS QUÍMICOS

El manejo de productos químicos es muy delicado, se han ocasionado grandes catástrofes, peligros inmersos en estas catástrofes como incendios, explosiones y liberación de materiales tóxicos.

El análisis de los procesos químicos es muy importante debido a que se puede evaluar los niveles de peligro en los procesos como la emisión y propagación de productos químicos con sustancias tóxicas, productos que puedan generar explosiones.

Al momento que se analiza los peligros de los procesos químicos se puede tomar medidas preventivas como la localización adecuada de las plantas químicas, deben estar aisladas y alejadas de las ciudades o poblaciones aledañas.

Se debe crear accesos rápidos para la evacuación y el ingreso de bomberos especialistas, disponer de cámaras de control bien supervisadas, refugios, mecanismos de desahogo de presión, aberturas de emergencia, equipos y sistemas de extinción de incendios, y esencialmente todos los trabajadores deben contar con la ropa e implementos adecuados para laborar en plantas químicas.

2.4.3. MEDIDAS DE PREVENCIÓN EN PROCESOS DE SOLDADURA Y CORTE

Se debe tomar consideración especial a las industrias y talleres que manejan procesos de soldadura, las altas temperaturas que se necesitan para fundir el metal en conjunto con las chispas incandescentes que se presentan en el proceso de soldadura son factores que en muchos casos han dado inicio a un incendio.

Es necesario tomar medidas de precaución debido a que en muchos talleres se encuentran tanques con líquidos combustibles cerca de los procesos de

soldadura, de igual manera se tienen maderas o periódicos. También es muy importante que al momento de soldar el área alrededor del proceso se encuentre despejada sin ningún objeto que pueda dar inicio a un incendio, debido a que en muchos casos las chispas pueden saltar a 10 metros del proceso.

2.4.3.1. Procesos eléctricos

Los procesos en los cuales interviene la electricidad son aquellos que forman un arco eléctrico para generar altas temperaturas y de esta manera trabajar con el metal, es muy importante, como medida de prevención que los trabajadores usen ropa y equipo de trabajo adecuado para evitar electrocuciones y quemaduras. De igual manera retirar cualquier elemento inflamable de los alrededores cuando se trabaja con equipos de soldadura y corte mediante procesos eléctricos.

2.4.3.2. Procesos con gas combustible-oxígeno

Los equipos de soldadura que funcionan a base de gas generan llamas a grandes temperaturas capaces de fundir el metal para poder trabajarlo, estudios indican que el acetileno es el combustible más utilizado para soldadura debido a que genera altas temperaturas aproximadamente de 3000 °C. Trabajar con gases generan peligros potenciales, se debe tomar en cuenta varios aspectos como por ejemplo las fugas de gas que pueden provocar explosiones considerables, de igual manera manejar con cautela las chispas que se puedan generar al momento de la soldadura debido a que pueden crear un incendio si no se toman precauciones a su alrededor.

Como medidas de prevención y protección se puede dar un mantenimiento adecuado antes y después del uso de los equipos de soldadura, eliminar o retirar cualquier material combustible adyacente al proceso de soldadura, capacitar al personal con prácticas de seguridad, proveer a los trabajadores de ropa adecuada para el trabajo con procesos de soldadura, el lugar de trabajo debe contar con una excelente ventilación.

2.4.4. MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS

Los rayos representan una causa más en el inicio de incendios, existen muchos países en los que las tormentas eléctricas son muy comunes como por ejemplo Estados Unidos. En Ecuador también se han presentado inconvenientes con rayos debido a que generan una gran cantidad de energía y al caer en edificios sin la debida protección pueden generar serios daños en los equipos electrónicos e incendios. Como medidas de prevención y protección, las edificaciones que se puedan ver afectadas por rayos deben contar con sistemas de pararrayos para interceptar la descarga antes de que alcance el edificio y descargarla a tierra, se debe contar también con conductores de bajada y unas buenas conexiones a tierra de unos 10 ohmios o menos.

2.5. MEDIDAS DE PROTECCIÓN PASIVAS CONTRA INCENDIOS

Se consideran al momento de prevenir un incendio indirectamente, es decir mediante diseños especiales en las edificaciones, capacitación al personal en temas de escape y prevención de incendios.

2.5.1. LIMITACIÓN DE LOS INCENDIOS POR COMPARTIMENTACIÓN

Los compartimientos se los usa en las construcciones actuales, dependiendo del área del edificio o de la construcción se puede delimitar pisos o ciertas áreas con elementos separadores que cumplen la función de evitar que el fuego se propague al resto del edificio. Esto es una gran ayuda para los sistemas de extinción de incendios y para el cuerpo de bomberos debido a que se puede evacuar rápidamente al personal y permitir que los bomberos apaguen el fuego con mayor facilidad y control gracias a los separadores. El material con el que se construyen los separadores debe ser capaz de resistir altas temperaturas. La compartimentación se consigue con elementos de construcción resistentes al fuego, elementos de partición interior como

muros, tabiques, o estructurales como pilares, vigas, muros anchos, entre otros.

2.5.2. SELECCIÓN DEL ACABADO INTERIOR

El acabado interior en las edificaciones y constricciones comprende en su mayoría a los materiales de superficie para la elaboración de pisos, paredes, techos. Los cuales cumplen funciones estéticas, de aislamiento acústico, anti desgaste, entre otros. Es un punto crítico porque dependiendo del material utilizado puede aumentar la velocidad de propagación de la llama, liberar gases tóxicos, entre otros, que pueden ser evitados siempre eligiendo materiales que no propaguen la llama y que puedan liberar agentes tóxicos, otra solución es recubrir los acabados interiores con materiales ignífugos como aislantes térmicos, cobertores, pintura. Que en la actualidad se los puede encontrar con facilidad en el mercado.

2.5.3. MITIGACIÓN DE LA PROPAGACIÓN DE HUMO

El los incendios uno de los factores más peligrosos, es el humo que se puede generar. El humo se puede extender a las escaleras, ascensores, en si cualquier orificio por el cual el humo pueda viajar como se muestra la figura 2.1.

Es muy peligroso porque es capaz de dejar inconscientes a los seres humanos hasta el punto de quitarles la vida. En la actualidad se considera que el humo es el máximo factor de riesgo. El uso de los ascensores está prohibido en un incendio, no simplemente por el peligro que genera quedarse encerrado en uno de ellos, sino también por el efecto de pistón que puede generar con el humo, es decir llevarlo con mayor facilidad por el ducto del edificio en el cual está instalado el ascensor.

El humo tiene una baja densidad y a medida que aumenta la temperatura tiende a flotar con mayor facilidad, los sistemas de ventilación y aire acondicionado son una de las causas principales en la propagación del humo, pueden transportar por sus ductos una gran cantidad de humo hacia

otro espacio libre, se debe diseñar un sistema de ventilación adecuado, en la actualidad existen equipos de ventilación que actúan inmediatamente al momento de detectar un incendio, estos se apagan y cierran el flujo de aire por sus ductos, lo que permite que el humo no se propague con mayor facilidad. También se puede controlar al humo con mecanismos de compartimentación, sistemas con flujo de aire exterior y presurización.

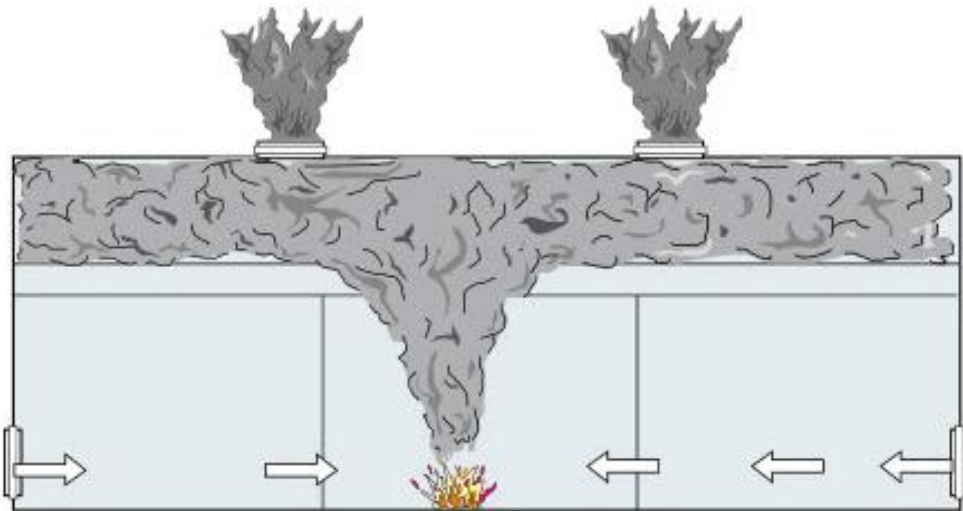


Figura 2.1 Ventilación para salida de humo

Fuente: (<http://www.colt.es/evacuación-humos.html>, 2015)

2.5.4. EVACUACIÓN DE PERSONAL

La evacuación rápida y segura es muy importante en el tema de seguridad contra incendios, se debe considerar antes de iniciar un estudio de evacuación factores como la reacción de la persona en situaciones de peligro, las capacidades físicas y mentales.

El personal puede guiarse de mejor manera si existe en el edificio señalización adecuada, el humo y la radiación de calor puede limitar la toma de decisiones debido a que bloquea la visión de las personas, para esto se debe instalar no solo señalización escrita, también se debe incluir señales audibles y visuales.

Para elaborar las vías de evacuación de debe considerar tres aspectos: el aviso, la reacción y la evacuación. El aviso se da al momento de activarse el sistema de alarma contra incendios y que las personas puedan interpretar las señales del sistema de alarma tanto audible como visible, la fase de la reacción se caracteriza por la capacidad de las personas para tomar decisiones, de la cantidad de humo y de calor que pueda generar el incendio así como también de las vías aledañas de evacuación. En la fase de evacuación se tiene en consideración los dos puntos anteriores, además se debe tomar en cuenta las aglomeraciones que pueden generarse en las salidas.

Es muy importante que las salidas tengan el tamaño apropiado para que las personas puedan salir sin inconvenientes, debe haber como mínimo una vía de escape alternativa bien señalizada como se muestra en la figura 2.2.

La evacuación debe realizarse al momento que se está iniciando el incendio, para lograr que el flagelo sea detectado rápidamente las construcciones debe contar con un sistema automático de alarma contra incendios. De esta manera se da el pronto y oportuno aviso al personal dentro de las instalaciones.



Figura 2.2 Ejemplo de una señal de emergencia

La forma de reaccionar de una persona en caso de un incendio depende de varios factores como la personalidad, la educación, la percepción de la situación, características físicas, de las vías de escape, entre otras.

Pero en general cada persona puede presentar las siguientes fases en un caso de incendio, inicialmente se percibe las señales que se tiene a su alrededor tanto visuales como audibles, de esta manera las investiga o también las puede malinterpretar.

Llegado el momento en el cual el incendio ya es visible la persona trata de buscar mayor información, comunicarse con las demás personas que están a su alrededor o simplemente abandona el lugar.

Por último la persona intenta luchar contra el incendio buscando herramientas a su alrededor como extintores, agua o mangueras de emergencia. Intenta interactuar con otras personas comunicándose y prestando su ayuda, y también puede optar por escapar de las instalaciones en llamas.

Usualmente el ser humano no se percata de que se está presentando un incendio, por lo que disponer de un sistema básico de alarma contra incendios es muy importante.

2.5.5. PRECAUCIÓN PARA SISTEMAS DE TRANSPORTE EN EDIFICIOS

Los sistemas de transporte que se utilizan en los edificios son los ascensores y las escaleras eléctricas, estos sistemas permiten que la movilización en los edificios sea más cómoda y rápida.

Pero en cuestión de incendios los ascensores en especial pueden ser más un agravante que un apoyo, los ductos por los cuales viajan los ascensores pueden ayudar a la propagación del humo hacia el resto del edificio, en edificios altos el cuerpo de bomberos utiliza los ascensores como acceso para las plantas superiores en el caso de que no sea posible otro ingreso y utilizan su sistema de cables para ascender por el edificio.

Las personas dentro de las instalaciones de un edificio alto corren peligros adicionales al tratar de usar el sistema de ascensores en caso de emergencia, peligros como al estar en pisos superiores se comete el error de esperar a que el ascensor responda al presionar el botón para bajar, perdiendo valiosos segundos de tiempo que pueden ser utilizados para escapar por otra vía.

Los ascensores por su programación inicial no dan prioridad a ningún piso en especial, entonces puede provocar aglomeraciones peligrosas y en el caso de que llegue el ascensor este colapse por sobrepeso, uno de los principales peligros es el corte de electricidad a causa del incendio, es un tema muy delicado debido a que si las personas lograron ingresar al ascensor y este se queda sin energía eléctrica se queda varado en un lugar fijo atrapando a las personas dentro del ascensor creando pánico y asfixia.

Por lo que como medida de seguridad se prohíbe el uso de ascensores en casos de incendio como se muestra en la figura 2.3.



Figura 2.3 Señalización de emergencia para evitar el uso de ascensores

2.5.6. SIMULACIÓN DE INCENDIO Y CAPACITACIÓN

La forma más eficaz para evitar pérdidas humanas en caso de incendio es practicar constantemente simulacros, capacitando a todo el personal de la empresa o industria, es muy importante que se cuente con la señalización adecuada para una evacuación rápida y eficaz. Con una capacitación constante al personal con temas como rutas de escape, señalización audible, señalización visible, primeros auxilios. Contribuyen a una correcta evacuación en caso de incendio.

Al finalizar cada simulacro de evacuación en caso de incendios, se debe evaluar los detalles que se originaron con el personal, de esta manera se logra pulir problemas que en casos reales provoquen catástrofes mayores.

2.6. MÉTODOS PARA EXTINCIÓN DE INCENDIOS

La extinción y supresión de un incendio comprenden de varios factores como, el tipo de incendio, el medio ambiente, los materiales que intervienen en el flagelo, entre otros. Un incendio se puede extinguir de varias formas como:

- Cortando el suministro de vapores combustibles;
- Apagando la llama con extintores químicos (inhibición);
- Cortando el suministro de aire (oxígeno) del incendio (sofocación); y,
- Insuflando el aire.

2.6.1. CONTROLAR VAPORES COMBUSTIBLES

Para cortar el suministro de vapores combustibles se aplica generalmente chorros de gas para lugares en donde se esté propagando el flagelo con pequeñas cantidades de vapores. En los casos que se presentan materiales sólidos en la combustión, es necesario enfriar la superficie del material para reducir la propagación de los vapores de combustión y de esta manera

controlar y extinguir la llama, la forma más común y eficaz es utilizar agua, de manera manual o mediante sistemas automáticos de aspersores o rociadores.

El sistema de extinción con agua ya no es tan eficaz al momento de tratar combustibles líquidos a altas temperaturas, el contacto del agua con estos combustibles, genera una explosión de vapores a altas temperaturas debido a la ebullición del agua, esta explosión provoca mayores inconvenientes y resultados catastróficos para el personal encargado de extinguir el flagelo.

Para la extinción de materiales líquidos se utiliza espumas contra incendios, de esta manera en el incendio se aplica la espuma la cual forma una masa flotante que aumenta poco a poco cubriendo toda la superficie del líquido, la espuma se descompone poco a poco enfriando la superficie en combustión logrando extinguir el fuego de manera segura.

2.6.2. APAGAR LA LLAMA

Consiste en utilizar supresores químicos para apagar la llama. Los supresores químicos que se aplican en una gran cantidad reducen los radicales que se liberan en un incendio, logrando la eficaz extinción de la llama.

Los agentes más comunes para apagar la llama son los halones y los polvos secos, los halones atacan directamente los radicales que se liberan en la combustión es una manera muy eficaz para extinguir la llama, recientes investigaciones detectaron que los halones producen daños en la capa de ozono, por lo que se están retirando del mercado.

Los polvos secos actúan de igual manera directamente en la llama cubriendo por completo la misma y eliminando su combustión.

Los polvos secos se utilizan en lugares donde se desea minimizar el daño de implementos electrónicos.

2.6.3. CORTAR EL SUMINISTRO DE AIRE

La supresión del suministro de aire es un método muy difícil y costoso de conseguir. Se puede suprimir el suministro de oxígeno mediante la inundación de un gas que mitigue el proceso de combustión como el nitrógeno, el dióxido de carbono o gases con un proceso de combustión bajos en oxígeno y altos de dióxido de carbono.

La supresión de oxígeno se usa solamente en espacios cerrados debido a que es necesario mantener la concentración de gas inerte hasta que se haya extinguido el incendio. Este método es utilizado comúnmente en bodegas de buques, submarinos y en bibliotecas de libros antiguos.

2.6.4. INSUFLAR AIRE

Una llama puede extinguirse fácilmente aumentando la velocidad del aire en la proximidad de la llama por encima de un valor crítico. Funciona de tal manera que el mecanismo desestabiliza la llama en las proximidades del material combustible. Generalmente en incendios grandes se necesitan cargas explosivas para generar velocidades suficientemente altas, esto se utiliza en los incendios de pozos petroleros.

2.7. MEDIDAS DE PROTECCIÓN ACTIVAS CONTRA INCENDIOS

En la mayoría de los países la seguridad se centra en el personal, es decir que garantizan con mayor énfasis los problemas de seguridad personal, en el caso de los bienes materiales se trata de minimizar las pérdidas.

2.7.1. INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE ALARMA Y DETECCIÓN DE INCENDIOS

Los sistemas de alarma y detección de incendios son aquellos que permiten una temprana detección del incendio de forma automática, dando oportunidad a una pronta evacuación.

El funcionamiento de un sistema de alarma se basa en indicadores como el humo y el calor, de esta manera con dispositivos especiales se puede medir e interpretar las señales al momento que se detecta humo o calor, generando un pulso eléctrico que permite a un panel central dar una señal de alerta a los usuarios del edificio en el cual el sistema se encuentre instalado.

En la actualidad se utilizan sistemas contra incendios muy avanzados permitiendo la recepción y envío de mensajes de texto, así como también de correos electrónicos para la supervisión y notificación del sistema.

Un sistema de alarma y detección de incendios comprende de los siguientes elementos básicos:

- a. Una central de procesamiento o unidad matriz de control.
- b. Una fuente de energía, con una fuente secundaria en caso de un corte eléctrico, puede ser con baterías o generadores.
- c. Elementos de entrada y activación de alarma como detectores de humo (véase figura 2.4), detectores de calor, estaciones manuales, pulsadores de emergencia, detectores de gas, entre otros.
- d. Elementos de salida como sirenas, luces estroboscópicas, altavoces, sistemas de audio evacuación, rociadores, entre otros.
- e. Circuitos auxiliares como, sistemas de aborto, cierre / apertura de puertas, cierre / apertura de sistemas de ventilación.
- f. Un sistema de comunicación sea con línea telefónica convencional, línea celular, internet.

2.7.2. INSTALACIÓN DE SISTEMAS PARA EL CONTROL DE HUMOS

Los sistemas para control de humos se basan en introducir mecánicamente aire fresco hacia las vías de escape en las cuales hay presencia de humo,

de esta manera se presurizan los escapes para que la evacuación se pueda dar sin inconvenientes aumentando el nivel de seguridad del personal.



Figura 2.4 Detectores de humo y calor

2.7.3. COLOCACIÓN DE EXTINTORES PORTÁTILES Y MANGUERAS

La dotación de extintores portátiles como se muestra en la figura 2.5 y de mangueras contra incendios es muy importante para la seguridad personal, se las utiliza para controlar incendios pequeños, el personal debe estar capacitado para poder utilizar estos elementos, el uso incorrecto de los extintores y mangueras pueden incrementar el daño.



Figura 2.5 Extintor portátil

Hay casos en los que el indebido uso de los extintores puede ocasionar mayores accidentes, como al ser un elemento almacenado a presión esta puede salir expulsada de forma violenta y si el conducto de descarga es accidentalmente apuntado a otra persona puede cegarla temporalmente, impidiendo su evacuación y la de los demás.

Se debe tomar en cuenta que un incendio no se lo debe tomar a la ligera, al inicio de uno se debe informar inmediatamente a los demás dando una señal de alerta y llamando inmediatamente a los bomberos.

2.7.4. INSTALACIÓN DE SISTEMAS CON ROCIADORES DE AGUA

Los sistemas de rociadores de agua como se muestra en la figura 2.6, están diseñados para controlar la propagación inminente de un incendio, deteniendo el avance del fuego hacia otros lugares. En ocasiones los rociadores son un elemento efectivo para lograr apagar el incendio. Están compuestos de varios elementos como tuberías, tanques de almacenamiento, válvulas, bombas, entre otros. Los sistemas con rociadores de agua solamente deben activarse uno por uno, no es necesario que en el caso de detección de un incendio estos se activen en su totalidad, al contrario solamente se debe activar el rociador que detecta una cantidad necesaria de calor, al momento que el calor llega a su límite por el rociador este se abre permitiendo salir el agua.

De igual manera no es correcto que se abran todos los rociadores para garantizar el buen uso del agua y evitar mayores daños generados por el agua si se abren en lugares donde no es necesario. Solamente se pueden activar los rociadores en los cuales el cliente o el usuario final tenga un espacio lo suficientemente pequeño para no sectorizar los rociadores. El suministro de agua debe ser suficiente para el sistema de rociadores porque se requiere de un volumen adecuado de agua, igualmente la presión de agua deben ser correctas debido a que no debe superar un límite preestablecido por los rociadores, en el caso de que la presión de agua del sistema municipal no sea suficiente, se debe elaborar un tanque de agua

con el volumen necesario para el sistema de rociadores, debe contar con una bomba para suministrar el agua sin problemas. Es muy importante disponer de la tubería correcta, dependiendo de la cantidad de agua que se requiera en el sistema, la tubería debe ser seleccionada con sus diámetros correctos debido a que esto influye en gran medida a la rápida respuesta y presión del agua, para esto debe contar con válvulas de control las cuales deben mantenerse siempre abiertas, en el caso de que las válvulas estén conectadas con un sistema de alarma contra incendios, estas permanecerán cerradas hasta el momento que el panel de control principal le envíe la señal para que se abran y los rociadores se activen. Existe una amplia gama de rociadores, dependiendo de la aplicación y de la posición del sistema contra incendios estos deben ser seleccionados cuidadosamente por el integrador.

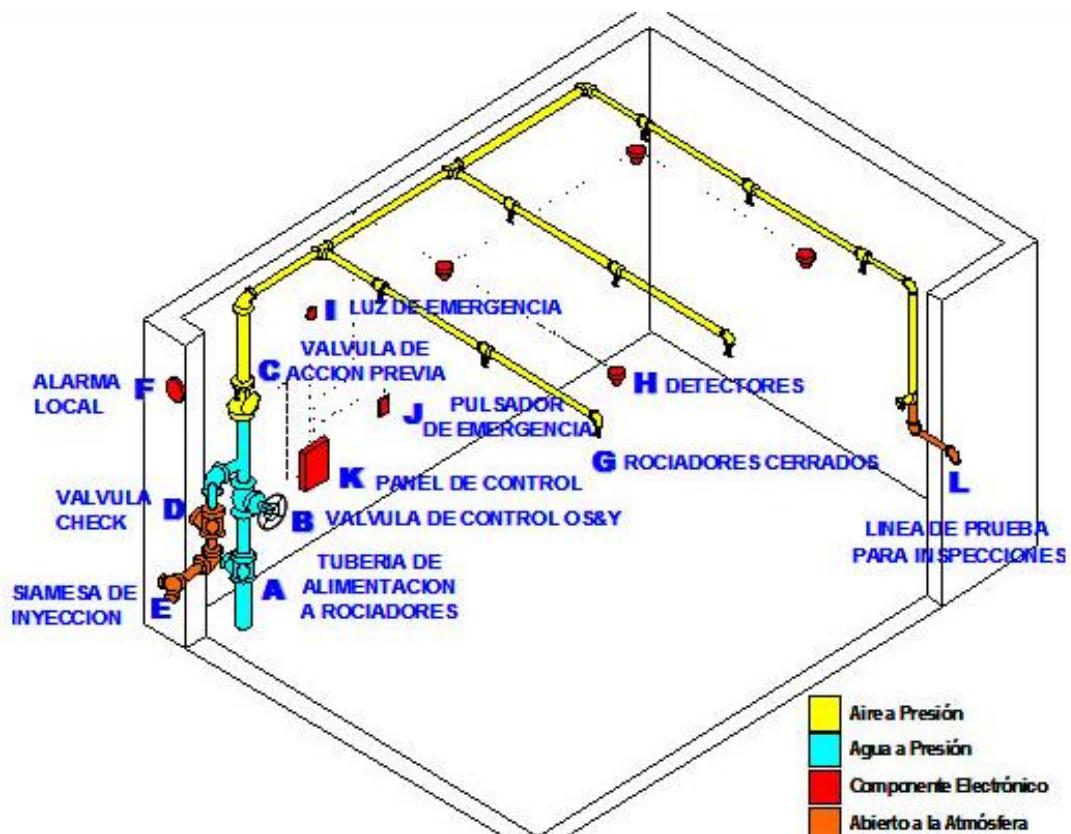


Figura 2.6 Sistema de rociadores con acción previa

Fuente: (http://www.grupo3s.pe/sistema_de_rociadores_automaticos.php, 2014)

Existen varios tipos de sistemas de rociadores dependiendo de la aplicación y del material que existe dentro del espacio de acción de los rociadores, los tales como:

- Sistema de rociadores de tubería húmeda, se caracteriza por contener agua bajo presión que dentro de sus tuberías, esta se descarga instantáneamente por los rociadores al momento que se abren.
- Sistema de rociadores de tubería seca, es un sistema el cual contiene aire o nitrógeno a presión, en el momento que se activan los rociadores sale el gas y se abre una válvula dando paso al agua que sale bajo presión por todos los rociadores abiertos.
- Sistema de rociadores de acción previa, se los llama así porque previa a la apertura de los rociadores y las válvulas el sistema está conectado a un panel de control encargado de la detección del incendio por medio de sensores de humo o calor, al momento que el panel envía una señal de fuego se activa la válvula del agua que está bajo presión y esta fluye por los rociadores que se encuentran abiertos.

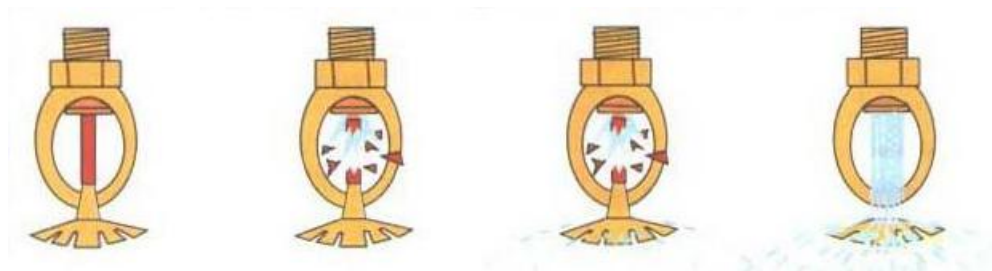


Figura 2.7 Secuencia de un rociador termo sensible

Fuente: (<http://www.suinca.com>, 2014)

2.7.5. INSTALACIÓN DE SISTEMAS ESPECIALES DE EXTINCIÓN

Los sistemas especiales de extinción se los usa cuando el método por agua ya no es aceptable debido a los materiales que se encuentran en el área de extinción son delicados y al contacto con agua se pueden dañar, o también

cuando solamente con el agua no es posible extinguir o controlar un incendio de características químicas especiales.

2.7.5.1. Sistemas de pulverización de agua

Los sistemas de pulverización de agua se encargan de dividir al agua en gotas muy pequeñas lo que beneficia de gran manera a la extinción de un incendio debido a que las gotas cubren un mayor espacio, también son muy efectivas al momento de absorber calor del medio ambiente.

A diferencia de un sistema convencional de rociadores con agua, los rociadores de un sistema a base de agua pulverizada como se muestra en la figura 2.8 siempre están abiertos, el control que se tiene sobre este sistema es mediante un panel contra incendios, que al momento de detectar un humo o los inicios de un flagelo este se activa enviando una señal que activa el flujo de agua sobre el sistema de pulverización de agua.



Figura 2.8 Rociadores a base de agua pulverizada

Fuente: (http://www.atmosferis.com/2012/01/incendios-sistema-de-extincion-por_14, 2012)

2.7.5.2. Instalación de sistemas a base de espuma

Los sistemas de espuma son aquellos que usan un concentrado líquido como base en el suministro de agua para el sistema de aspersores, en este sistema de igual manera se debe utilizar un panel contra incendios para que

pueda activar la válvula de control y se pueda liberar el concentrado líquido, en el momento que se libera el concentrado este entra en contacto con el aire del medio creando inmediatamente una espuma expandida, es muy eficaz al momento de controlar incendios a base de líquidos inflamables, al ser menos densa que los líquidos inflamables esta cubre su superficie logrando extinguir el incendio y evitar que los vapores del líquido inflamable se propaguen.

También el concentrado al estar constituido en un 90% de agua ésta espuma enfría los objetos que están a su alrededor evitando de esta manera que se puede reiniciar el incendio.

Los aspersores en un sistema a base de espuma son muy diferentes a los convencionales debido a que son más grandes y permiten la entrada de aire para que se mezcle con el concentrado líquido y de esta manera se produzca la espuma como se muestra en la figura 2.9.



Figura 2.9 Sistema de aspersores a base de espuma

Fuente: (<http://www.prefire.es>, 2010)

2.7.5.3. Instalación de sistemas de extinción a base de gases

Son aquellos que funcionan con gases capaces de controlar y extinguir la llama y la propagación de la misma, actualmente se tiene varios tipos de sistemas contra incendios a base de gases.

2.7.5.4. Sistemas de dióxido de carbono

Los sistemas contraincendios que funcionan a base de dióxido de carbono utilizan tanques con gas licuado comprimido como se muestra en la figura 2.10, estos tanques vienen en diferentes tamaños dependiendo de la aplicación, su funcionamiento se basa en una válvula que es activada con un sistema de control o mediante una estación manual que es activada por un operario, hay paneles contra incendios que funcionan exclusivamente con sistemas a base de dióxido de carbono.



Figura 2.10 Tanques con dióxido de carbono

Fuente: (<http://www.miosa.net/bioxidodecarbono.html>, 2014)

Se debe tomar en cuenta que el dióxido de carbono una vez liberado mediante un sistema de de aspersores, este se encarga de desplazar al oxígeno dentro del área en la cual se está utilizando de esta manera

extingue el incendio debido a que el mismo no se puede alimentar y se desvanece. Las aplicaciones y usos son muy variados, pero generalmente se los utiliza en imprentas, en espacios como salas de máquinas en barcos, museos, entre otras. El dióxido de carbono entra en el grupo de agentes de extinción limpios porque no es conductor de electricidad ni produce efectos secundarios.

Lo más importante al momento de utilizar dióxido de carbono es que se debe tomar en cuenta que para poder extinguir un incendio las cantidades necesarias de gas son altas y son muy tóxicas para los seres humanos, de esta manera antes de que se active el sistema se debe dar un tiempo adecuado de evacuación si fuere necesario, de esta manera se salvaguarda las vidas humanas y el sistema funcionará sin inconvenientes.

2.7.5.5. Sistemas de gas inerte

Al igual que los sistemas con dióxido de carbono, al gas inerte se lo almacena en tanques bajo presión, disponen de una electroválvula que se activa por medio de la señal que envía el panel contraincendios como se muestra en la figura 2.11, o mediante una estación manual, la composición de los gases inertes es a base de nitrógeno y argón, en algunos casos también se mezclan con una pequeña cantidad de dióxido de carbono. Sus usos son muy amplios pero solamente se los debe utilizar en lugares cerrados.

Los sistemas que funcionan con gas inerte se encargan de reducir la cantidad de oxígeno en el área de aplicación a cantidades mínimas logrando extinguir diferentes tipos de incendios, pero lo importante del sistema a base de gas inerte es que no genera un daño a los ocupantes del lugar.

Una de sus aplicaciones más comunes es en la protección contra incendios de centros de cómputo o Datacenter. Los sistemas de gas inerte son más costosos que los de dióxido de carbono debido a que su almacenamiento se le realiza en tanques bajo una gran presión, y de igual manera se necesita

mayor cantidad de tanques a comparación de los utilizados con dióxido de carbono.

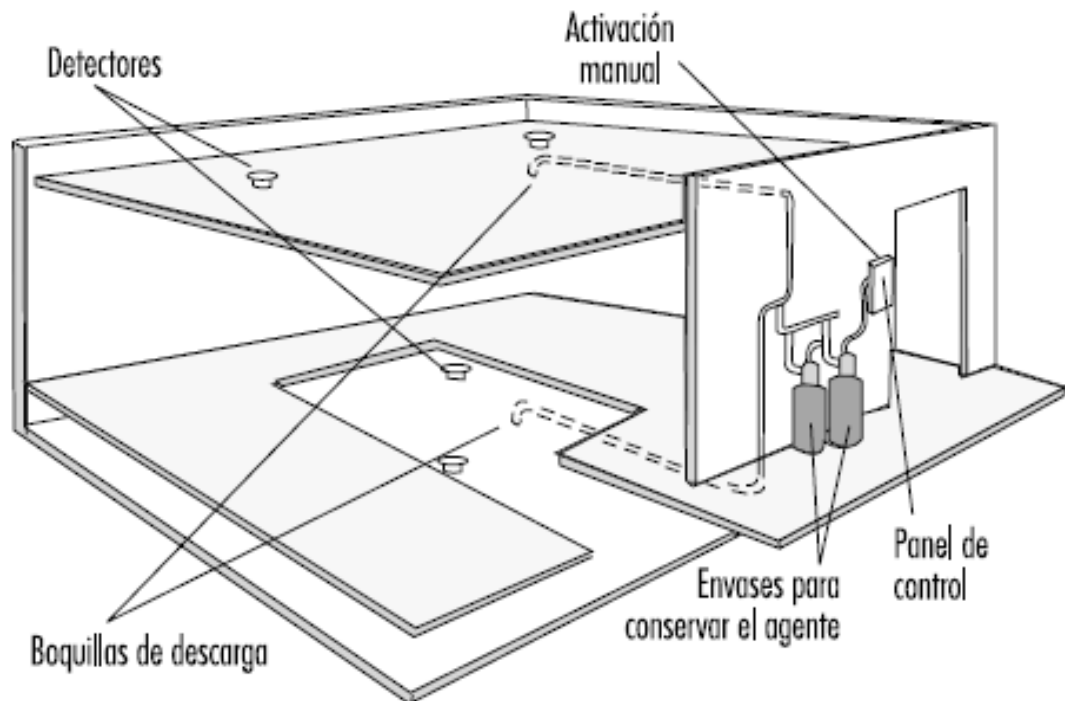


Figura 2.11 Sistema básico de gas inerte

Fuente: (Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo OIT, 2001)

2.7.5.6. Sistemas de halones

Los sistemas de halones fueron muy utilizados para la extinción efectiva de un incendio hasta el año 1994, a partir del año 1994 se prohíbe la elaboración y utilización excepto en algunos casos muy especiales, la medida fue tomada en el Protocolo de Montreal mediante un acuerdo internacional de naciones.

La prohibición se la ejecuta debido a que el uso de halones daña gravemente la capa de ozono de la Tierra. Los halones 1301, 1211 y 2402 están catalogados dentro de este grupo de agentes peligrosos para la capa de ozono.

Las ventajas de los halones eran muy grandes con respecto a otros sistemas, su almacenamiento necesitaba una presión inferior para llenarlos de igual manera se necesita una menor cantidad de agente para extinguir un incendio, también las concentraciones de halones en lugares cerrados no suponen una amenaza inmediata para los seres humanos.

Los halones eran muy utilizados en Datacenters y en lugares donde los equipos electrónicos deben quedar intactos. Hay excepciones en la actualidad para el uso de halones, una de ellas es el uso de halones en aviones militares en donde el rápido efecto contra incendios es muy importante en caso de necesitarlo.

2.7.5.7. Sistemas de hidrocarburos halogenados

Los hidrocarburos halogenados se crearon en consecuencia de una alternativa para sustituir a los halones, de tal manera que en la actualidad se tiene una amplia gama de hidrocarburos halogenados, cada uno de ellos con propiedades diferentes pero con la finalidad de extinguir un incendio.

Hay diferencias entre ellos en cuestión de precios, cantidad, toxicidad y aplicación.

Su almacenamiento es similar al del dióxido de carbono y gases inertes, de igual manera los sistemas de control son similares o en algunos casos se puede utilizar los mismos porque lo único que se necesita es la señal de control para liberar o abortar la liberación del hidrocarburo halogenado.

2.8. CENTRALES PARA LA DETECCIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS

Las centrales contra incendios cumplen varias funciones, entre ellas se encuentran las de dar una alarma al momento que se detecta humo o calor, también mediante sistemas conjuntos permiten a la central administrar los dispositivos conectados y anunciar mediante sistemas audibles y visibles el incendio detectado.

De igual manera hay centrales que permiten el control de un sistema de aspersión de agentes como agua, gas o espuma.

Actualmente en el mercado se encuentran dos tipos de centrales contra incendios, las cuales son centrales convencionales y centrales direccionables. Dependiendo de su aplicación se puede colocar cualquiera de las dos o una híbrida que funciona con ambas tecnologías.

Una central para la detección y alarma, como se muestra en la figura 2.12, es aquella que utiliza sensores análogos para su funcionamiento, cada sensor es colocado en una zona la cual determina su activación mediante el envío de una señal a la central contra incendios convencional.

Una zona es la entrada que tiene el panel convencional de incendios para colocar uno o varios detectores.



Figura 2.12 Central para la detección y alarma de incendios roja

El número de detectores y sensores que se puede colocar en una central varía de la capacidad y la marca de la misma, en el mercado existen centrales análogas que disponen desde 4 a 256 zonas, es decir que se

normalmente abierto, la resistencia funciona para permitir que el panel de control determine si el detector de humo se activa o no debido a que la corriente pasa por donde se encuentra menor oposición a la misma y cuando se cierra el circuito del detector de humo la corriente viaja por el mismo dando la señal de activación al panel de incendios. El valor de la resistencia a ser utilizada puede variar dependiendo de la marca del panel de incendios y del fabricante.

Le señal que ingresa al panel de detección y alarma de incendio, no solamente proviene del detector de humo, también se puede accionar una estación manual como se indica en la figura 2.14 que en el caso que ocurra un incendio, la persona que esté cerca a la estación manual la active, permitiendo al panel interpretar esa señal y alertar a todos los presentes.

De igual manera la conexión de una estación manual en un panel detección y alarma de incendios se la realiza colocando los pines de la estación en una zona de la central de incendios. En los detectores de humo si el circuito de la estación manual es normalmente abierto se necesitan una resistencia de fin de línea para conectarlo al panel. La estación manual convencional tiene solamente dos pines de conexión los cuales indican el circuito normalmente abierto.



Figura 2.14 Estación manual convencional

Un sistema de detección y alarma de incendios emite su señal de alerta mediante dispositivos audibles y visibles. También se puede programar para que envíe notificaciones al cuerpo de bomberos mediante teléfono, celular o correo electrónico. Los dispositivos audibles y visibles se los colocan en la salida del panel de incendios, se debe tomar en cuenta la cantidad de dispositivos a ser colocados, la salida del panel convencional de incendios se limita a colocar una cierta cantidad de dispositivos dependiendo de la marca y fabricante.

En el caso que se supere la cantidad de dispositivos de salida permitidos por el fabricante, se debe colocar una fuente externa para alimentar a todos los dispositivos adicionales, es importante que se calcule previamente el amperaje que ocupan todos los dispositivos de salida, de esta manera se adquiere la fuente de poder adecuada para la aplicación.

Como dispositivos de salida como se muestra en la figura 2.15 se tiene una gran cantidad de elementos a ser utilizados tales como: sirenas, parlantes, luces estroboscópicas, sistemas de audio evacuación, entre otros.



Figura 2.15 Sirenas y luces estroboscópicas convencionales

La programación e instalación para los sistemas de detección y alarma de incendios varían de acuerdo a su fabricante y modelo. Generalmente la programación está previamente definida por el fabricante con códigos y secuencias definidas que mediante la combinación de las mismas se programan las entradas, las salidas, y si es necesario se crean atributos especiales al panel de detección y alarma de incendios para que realicen acciones adicionales a la simple activación y envío de una alerta contra incendios. Se pueden crear atributos como secuencias en el encendido de las sirenas y notificaciones visuales o también retardos para detectar falsas alarmas. Las falsas alarmas son muy comunes en las instalaciones de sistemas de detección y alarma de incendios, en muchas ocasiones son por la mala instalación de los equipos contra incendios, también la marca de los dispositivos a ser utilizados juegan un gran papel en el desarrollo de una falsa alarma, previo a una instalación se debe adquirir los equipos correctos. Al momento de instalar sistemas de seguridad electrónica como sistemas de detección y alarma de incendios, hay que tomar en cuenta que sus dispositivos cumplan con normativas de fabricación. De esta manera evitamos las falsas alarmas que pueden ocasionar serios problemas y el tiempo de vida y garantía de los equipos son mayores.

2.9. REGLAMENTO DE DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN SEGÚN CUERPO DE BOMBEROS DEL DMQ

A continuación se presenta un extracto de las disposiciones que emite el Cuerpo de Bomberos para supervisar que todo el reglamento de prevención y protección contra incendios se cumpla en Quito y a nivel nacional.

2.9.1. ILUMINACIÓN Y SEÑALIZACIÓN DE EMERGENCIA PARA SALIDAS

Su función principal en caso de un corte de energía, es proveer de una evacuación fácil y segura debido a que las luces y señales de emergencia se encienden en un corte parcial o total de energía.

La carga de los sistemas de iluminación de emergencia debe ser alimentada por fuentes propias de energía, es decir se conectarán directamente a una toma exclusiva de la red eléctrica del edificio.

Se debe implementar la señalización de emergencia únicamente en escaleras, pasillos, corredores, que lleven a una vía pública segura. Los sistemas de iluminación de emergencia deberán activarse en caso de un corte del suministro de energía eléctrica, apertura de un interruptor de la red eléctrica del edificio, y la apertura manual de un conmutador o breaker que controla las instalaciones de iluminación manual.

La iluminación de emergencia debe contar con baterías que proporcionen como mínimo un período de 60 minutos en estado de activación.

La señalización de emergencia debe indicar de forma permanente las rutas de escape, pasillos, puertas. El suministro de energía para la señalización debe ser por lo menos mediante dos fuentes de alimentación, que pueden ser de la red general del edificio y de la red de energía estabilizada del UPS.

En el momento de un corte de energía las luces y señales de emergencia deben permanecer encendidas por un mínimo de 60 minutos usando el suministro propio de energía como baterías.

El cableado que alimenta a las luces de emergencia de debe instalar o empotrar al menos a 5 centímetros del cableado eléctrico común o general de la edificación, de igual manera al momento que el cableado traspase una pared, entre el orificio de la pared y el cableado debe existir un separador incombustible no metálico.

2.9.2. COLUMNA DE AGUA PARA INCENDIOS

Se refiere a la tubería principal del sistema de extinción a base de agua, se la coloca verticalmente con un diámetro mínimo de 2^{1/2} pulgadas, el diámetro de la tubería principal depende del tamaño de cobertura del sistema de extinción para poder analizar previamente el tamaño de la tubería se debe

realizar cálculos hidráulicos. Para cada piso en una edificación se debe bifurcar tuberías con un mínimo de 1^{1/2} pulgadas, el material de la tubería será de hierro galvanizado, o cualquier material capaz de resistir fuego contemplado en la norma INEN, Código Ecuatoriano de la Construcción y que le permita soportar como mínimo una presión de 20 Kg/cm² o 285 PSI. Para evitar el retroceso del agua se debe colocar una válvula check.

2.9.3. PRESIÓN MÍNIMA DE AGUA PARA INCENDIO

La presión mínima que se necesita para la descarga de agua en una vivienda es de 3.5 Kg/cm² o 50 PSI y para la industria es de 5 Kg/cm² o 70 PSI. El sistema de presurización debe contar con una fuente de energía independiente a la red normal de la edificación, por lo cual se debe instalar un sistema de transferencia automático o manual.

2.9.4. ROCIADORES AUTOMÁTICOS DE AGUA

Los rociadores automáticos de agua deben ser colocadas en zonas específicas previo a un análisis del peligro que genera cada zona para propagar la llama y del riesgo de incendio que genera cada una de las zonas. Las tuberías de los rociadores deben cumplir con las normas NFPA y el material de las tuberías pueden ser de hierro, acero o cobre sin costura, capaces de resistir una presión de 12 Kg/cm² o 170 PSI como máximo, el diámetro de las tuberías debe ser de 2 a 6 pulgadas en la red principal.

2.9.5. RESERVA DE AGUA EXCLUSIVA PARA INCENDIOS

La reserva de agua exclusiva para incendios deberá tener como un mínimo de trece metros cúbicos y debe proveer por lo menos de una hora de agua en caso de un corte de la red pública de agua potable. El almacenamiento para la reserva de agua debe ser en un tanque con materiales resistentes al fuego y que no afecte la calidad del agua.

Todas las especificaciones sobre el tanque de almacenamiento y la presión del agua para el sistema contra incendios deben estar dadas por un cálculo

hidráulico contra incendios que debe ser aprobado previamente por el cuerpo de bomberos de la ciudad.

2.9.6. SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE DETECCIÓN

Los sistemas automáticos de detección deben contar con los siguientes elementos:

- a) Tablero central
- b) Fuente de alimentación eléctrica
- c) Detectores de humo
- d) Alarmas o estaciones manuales
- e) Difusores de sonidos
- f) Sistema de comunicación
- g) Señal de alarma sonora y visual

2.9.7. DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS

Es un sistema cuya función principal es la de generar una alarma en caso de que ocurriera un incendio, es muy importante que la alarma generada sea audible y visible, de esta manera el personal presente tendrá conocimiento de la eventualidad de un incendio.

Los sistemas de detección y alarma de incendios deben cumplir con la normativa NFPA 70 y 72, en la cual indica que el sistema de detección y alarma debe estar compuesto por:

- a) Central de detección y alarma, que es el panel de control principal del sistema, se debe reflejar la zona afectada mediante señales visuales y acústicas en el caso de la activación de uno o más elementos de detección.

- b) En el caso de que la central de detección y alarma no se encuentre permanentemente monitoreada, la central se la debe situar en un lugar de riesgo nulo es decir en el cual se tenga poco peligro en el caso de sabotaje e incendio, de igual manera la central debe transmitir una señal visible y audible a todo el edificio.
- c) Todos los puestos de control fijos deben estar conectados a la central de detección y alarma.
- d) Los detectores deben ser utilizados dependiendo del tipo y el lugar, adicionalmente deben contar con un certificado otorgado por un organismo oficial reconocido.
- e) En caso de un corte de energía el sistema debe permanecer encendido mediante un sistema alternativo al menos 24 horas en modo de espera o stand by, en estado de alarma debe permanecer encendido al menos treinta minutos.
- f) Las señales que procedan de todos los elementos conectados a la central de detección y alarma de incendios, deben diferenciarse independientemente, es decir que cada una enviará una señal que será visualizada en el panel central de detección y alarma.

2.10. ESTÁNDAR DE EQUIPOS Y DISPOSITIVOS CONTRA INCENDIOS

Para la instalación de equipos contra incendios se necesita que los equipos cumplan con una certificación UL como se muestra en la figura 2.16 Dispositivo con certificación UL. La certificación UL es aquella que prueba la seguridad de los productos y equipos. Es decir que los dispositivos y equipos se someten a rigurosas pruebas, analizando su calidad y la confiabilidad que tienen los productos. La certificación UL es muy utilizada en la seguridad electrónica, debido a que los equipos que se utilizan para proyectos de

seguridad deben ser altamente confiables, para evitar falsas alarmas y otras fallas por mal funcionamiento.

En el mercado existe una gran cantidad de fabricantes de componentes de seguridad electrónica, que garantizan la distribución de equipos con sus respectivos certificados UL.



Figura 2.16 Dispositivo con certificación UL

Fuente: (<http://www.pottersignal.com>, 2015)

3. METODOLOGÍA

La metodología a utilizarse se basa en el análisis de riesgo en las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda., las especificaciones de las acciones a tomar en relación al análisis del riesgo, el diseño de los sistemas hídrico y de control, detección y alarma contra incendios, la implementación y el emplazamiento del sistema de control, detección y alarma contra incendios.

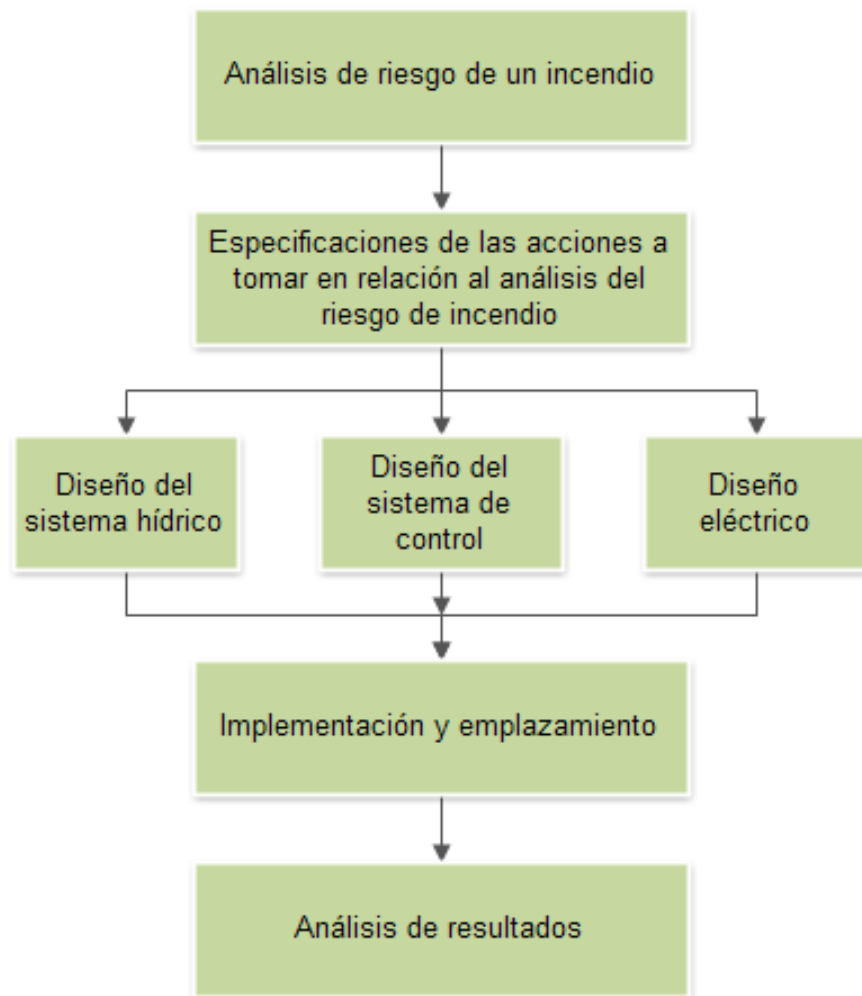


Figura 3.1 Esquema gráfico de la metodología a utilizar en el presente proyecto

El análisis y el tratamiento de un riesgo de incendio deben ser considerados de vital importancia para todo tipo de empresa, un incendio puede ocasionarse en cualquier momento y si no se tiene las medidas correctivas adecuadas las pérdidas económicas pueden ser muy altas.

Las especificaciones de las acciones a tomar en relación al análisis de riesgo se las determina tomando en cuenta varios factores como los materiales de los productos almacenados, el monto de pérdida total en dólares si se llegara a generar un siniestro de incendio, el estado actual en el que se encuentra las bodegas de la empresa Federick Store Cía. Ltda.

3.1. ANÁLISIS DE RIESGO EN LAS BODEGAS DE LA EMPRESA FEDERICK STORE CIA. LTDA

Se debe analizar varios factores para poder analizar de manera detallada el riesgo en las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda.

La empresa Federick Store Cia. Ltda. Está dedicada a la importación y comercialización de calzado deportivo, ropa y accesorios.

Las bodegas se encuentran localizadas en la ciudad de Quito en el sector de Carcelén, Av. Isidro Ayora y Pasaje N83-A E2-44. Las bodegas almacenan la mercadería que se distribuye a nivel nacional, en los diferentes locales comerciales del país.

3.1.1. MATERIALES Y PRODUCTOS ALMACENADOS

Las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda. Tienen un tamaño de 89 metros cuadrados en la cual se almacena calzado deportivo fabricado en su mayoría de lona y cuero, ropa como pantalones, camisetas, camisas, gorras, pantalonetas cuyo material principal es el de algodón, el calzado se lo coloca en cajas de cartón y la ropa en fundas plásticas. Toda la mercadería se la almacena en muebles de estructura metálica y planchas de madera. Las bodegas también tienen un pequeño escritorio con archivo en el cual se maneja los archivos de despacho y reposición de manera virtual y físicas en carpetas de cartón.

El riesgo con los materiales presentes en las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda. Por su constitución física es muy alto debido a que sus materiales son altamente inflamables.

Aparte de la amenaza que presentan los materiales de todos los elementos almacenados en las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda. En caso de incendio las pérdidas materiales serían muy altas.

En mercadería se tiene un promedio mensual de 500 pares de zapatos por un monto total de 40000 dólares, ropa y accesorios un promedio mensual de 600 prendas por un monto total de 36000 dólares y si se contabiliza los activos fijos de las bodegas es de aproximadamente unos 8000 dólares adicionales.

En total las pérdidas económicas alcanzarían unos 84000 dólares en caso de un incendio, lo que representa una pérdida muy grande para la empresa.

También se debe tomar en cuenta de que no solo se pierde en mercadería y activos fijos de la empresa, adicional se suman las pérdidas que se generarían al no despachar la mercadería para los locales a nivel nacional con lo que la pérdida es aún mayor debido a que cada local no se va a poder abastecer con lo necesario para poder proveer al cliente final, la empresa va a seguir pagando arriendo de cada local y sueldos de todos los empleados.

De esta manera las pérdidas no solo son en mercadería, se perdería también en gastos administrativos y operativos, con lo cual genera mayores pérdidas económicas para la empresa Federick Store Cia. Ltda.

3.1.2. METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA EXPOSICIÓN AL RIESGO DE INCENDIO

Para determinar el riesgo de incendio y la exposición del mismo en las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda., se debe tomar en cuenta que el riesgo de un incendio es igual que cualquier otro riesgo de accidente y se determina por dos factores principales, los daños que puede ocasionar y la probabilidad de materializarse. La evaluación se la realizará mediante el método MESERI que significa Método Simplificado de Evaluación del Riesgo de Incendio, el cual genera una respuesta concreta para la empresa. El método Meseri considera individualmente factores agravantes del riesgo de

incendio y factores que reducen y protegen las instalaciones en caso de incendio. Adicionalmente el método Meseri permite agilizar el proceso de investigación y análisis por parte del equipo de profesionales.

El método Meseri contempla dos bloques de factores a ser analizados:

- **FACTORES PROPIOS DE LA INSTALACIÓN**

- Construcción
- Situación
- Procesos
- Concentración
- Propagabilidad
- Destructibilidad

- **FACTORES DE PROTECCIÓN**

- Instalaciones
- Brigadas internas contra incendios

A continuación se detalla la consideración prevista del uso de estos factores en la aplicación del método Meseri.

3.1.3. FACTORES PROPIOS DE LA INSTALACIÓN

Los factores propios en un local o un edificio se los considera de gran importancia debido a que influyen de gran manera en el comportamiento de un incendio.

3.1.3.1. Construcción

Dependiendo del tamaño y de la resistencia al fuego se debe evaluar las edificaciones.

a) Altura del edificio

Tabla 3.1 Factores de evaluación según la altura del edificio

Número de pisos	Altura	Coefficiente
1 ó 2	menor de 6 m	3
3,4 ó 5	entre 6 y 15 m	2
6,7,8 ó 9	entre 15 y 27 m	1
10 ó más	más de 30 m	0

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

Si en la construcción se tienen diferentes alturas se debe tomar en cuenta si la parte más alta es superior al 25% de toda la superficie de la planta se tomará el valor más alto, si la altura es inferior al 25% de toda la superficie de la planta se tomará el resto del edificio.

En la evaluación se debe tomar en cuenta que la escala de ponderación va de 0 a 3. Siendo 0 Muy mala a 3 Buena.

b) Mayor sector de incendio

Tabla 3.2 Factores de evaluación según el área del edificio

Mayor sector de incendio	Coefficiente
Menor de 500 m²	5
De 501 a 1500 m²	4
De 1501 a 2500 m²	3
De 2501 a 3500 m²	2
De 3501 a 4500 m²	1
Mayor de 4500 m²	0

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

En el caso del sector de incendio la escala de ponderación va de 0 a 5 siendo 0 Muy malo a 5 Bueno.

c) Resistencia al fuego

Tabla 3.3 Factores de evaluación según la resistencia al fuego del edificio

Resistencia al fuego	Coeficiente
Resistente al fuego	10
No combustible	5
Combustible	0

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

La resistencia al fuego se considera la escala de 0, 5, 10. Siendo 0 Muy malo a 10 Bueno.

d) Falsos techos

Tabla 3.4 Factores de evaluación según la existencia de falsos techos en el edificio

Falsos techos	Coeficiente
Resistente al fuego	5
No combustible	3
Combustible	0

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

En el caso de los falsos techos la escala es de 0, 3, 5. Siendo 0 Muy malo a 5 bueno.

3.1.3.2. Situación

Depende de la ubicación del edificio y su accesibilidad.

a) Distancia de los bomberos

Tabla 3.5 Factores de evaluación según la existencia distancia de los bomberos con en el edificio

Distancia	Tiempo	Coefficiente
Menor de 5 km	5 minutos	10
Entre 5 y 10 km	De 5 a 10 minutos	8
Entre 10 y 15 km	De 10 a 15 minutos	6
Entre 15 y 25 km	De 15 a 25 minutos	2
Más de 25 km	Más de 25 minutos	0

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

La distancia que se tiene a partir de la estación de bomberos más cercana hasta el lugar del incendio se la evalúa con una escala de 10, 8, 6, 2 y 0. Siendo 0 Muy malo a 10 Bueno.

b) Accesibilidad del edificio

Tabla 3.6 Factores de evaluación según la accesibilidad el edificio

Ancho de vía de acceso	Fachadas accesibles	Distancia entre puertas	Calificación	Coefficiente
Mayor de 4 m	3	Menor de 25 m	Buena	5
Entre 4 y 2 m	2	Menor de 25 m	Media	3
Menor de 2 m	1	Mayor de 25 m	Mala	1
No existe	0	Mayor de 25 m	Muy mala	0

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

3.1.3.3. Procesos

Dependen de las características de los procesos de fabricación que se realizan, de los productos utilizados y almacenados y del destino del edificio.

a) Peligro de activación

Se debe tomar en cuenta fundamentalmente el factor humano, que por imprudencia pueden iniciar un incendio. También se debe considerar factores como mantenimiento de instalaciones eléctricas, protecciones en las redes eléctricas, diseño correcto de las instalaciones eléctricas, si se encuentra en las instalaciones equipos a vapor o con agua caliente, puntos específicos peligrosos.

Tabla 3.7 Factores de evaluación según el peligro de activación

Peligro de activación	Coeficiente
Bajo	10
Medio	5
Alto	0

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

EL peligro de activación se evalúa con una escala de 0, 5, 10. Siendo 0 Muy Malo a 10 Bueno.

b) Carga de fuego

Es el peso en madera por unidad de superficie capaz de desarrollar una cantidad de calor equivalente a la de los materiales que se encuentran en el sector de un incendio.

Tabla 3.8 Factores de evaluación según la carga de fuego

Carga de fuego	Coeficiente
Baja $Q < 100 \text{ Mcal/m}^2$	10
Media $100 < Q < 200 \text{ Mcal/m}^2$	5
Alta $Q > 200 \text{ Mcal/m}^2$	0

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

La carga de fuego se evalúa con una escala de 0, 5, 10. Siendo 0 Muy Malo a 10 Bueno.

c) Combustibilidad

Es la facilidad de los materiales en entrar en combustión.

Tabla 3.9 Factores de evaluación según la combustibilidad de los materiales

Combustibilidad	Coficiente
Bajo	5
Medio	3
Alto	0

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

La combustibilidad se la evalúa con una escala de 0, 3, 5. Siendo 0 Muy Malo a 5 Bueno.

d) Orden y limpieza

Tabla 3.10 Factores de evaluación según el orden y la limpieza de la edificación

Orden y limpieza	Coficiente
Bajo	0
Medio	5
Alto	10

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

El orden y limpieza se evalúa con una escala de 0, 5, 10. Siendo 0 Muy Malo a 10 Bueno.

El orden y limpieza es un factor muy importante dentro de un plan adecuado para el control de riesgos de incendio, debido a que una mala organización de productos y desechos puede aumentar las posibilidades de un incendio.

e) Almacenamiento en altura

Se analiza el factor de almacenamiento cuando la mercadería o los productos son apilados hasta una cierta altura la cual puede ser perjudicial en caso de un incendio.

Tabla 3.11 Factores de evaluación según la altura de almacenamiento

Altura de almacenamiento	Coefficiente
$h < 2 \text{ m}$	3
$2 \text{ m} < h < 4 \text{ m}$	2
$h > 6 \text{ m}$	0

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

El almacenamiento en altura se evalúa con una escala de 0, 2, 3. Siendo 0 Muy Malo a 3 Bueno.

3.1.3.4. Concentración

Se analiza el valor en dinero que se encuentra por metro cuadrado.

Tabla 3.12 Factores de evaluación según el factor de concentración

Factor de concentración	Coefficiente
Menor de 5000 USD / m ²	3
Entre 5000 y 10000 USD / m ²	2
Mayor de 10000 USD / m ²	0

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

El factor de concentración depende de la cantidad de dinero en bienes que se tiene la edificación, se lo evalúa con una escala de 0, 2, 3.

Siendo 0 Grandes pérdidas ó malo, 2 perdidas medianas ó regular y 3 pérdidas pequeñas en relación al monto mayor ó bueno.

3.1.3.5. Propagabilidad

Dependen de la facilidad que tiene la llama de propagarse en la edificación. Considerando factores como la altura del edificio, la cantidad de pisos que posee, a nivel horizontal la cantidad de divisiones existen.

a) Propagación Vertical

Se analiza la posible propagación entre pisos.

Tabla 3.13 Factores de evaluación según la propagación vertical

Propagación Vertical	Coficiente
Baja	5
Media	3
Alta	0

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

La propagación vertical se evalúa con una escala de 0, 3, 5.

Siendo 0 Muy Malo a 5 Bueno.

b) Propagación Horizontal

Tabla 3.14 Factores de evaluación según la propagación horizontal

Propagación Horizontal	Coficiente
Baja	5
Media	3
Alta	0

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

La propagación horizontal se evalúa con una escala de 0, 3, 5.

Siendo 0 Muy Malo a 5 Bueno.

3.1.3.6. Destructibilidad

Se analiza los efectos perjudiciales que se producen en un incendio por motivos del calor, el humo, la corrosión y el agua.

a) Calor

En este caso cuando es baja los elementos y productos dentro de la edificación no se destruyen ni deteriora, cuando es media los elementos y productos dentro de la edificación se deteriorar y cuando es alta todos los productos se destruyen por el calor.

Tabla 3.15 Factores de evaluación según la destructibilidad por calor

Destructibilidad por calor	Coficiente
Baja	10
Media	5
Alta	0

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

La destructibilidad por calor se evalúa con una escala de 0, 5, 10.

Siendo 0 Muy Malo a 10 Bueno.

b) Humo

Se analiza el daño producido por el humo a los elementos y productos dentro de la edificación.

La destructibilidad por humo se considera que es baja cuando afecta poco a los productos, es media cuando el humo afecta parcialmente a los productos y es alta cuando el humo destruye totalmente a los productos.

Existen productos que pueden verse más afectados por el humo que otros, en este caso se considera la destructibilidad en materiales compuestos de algodón y lona.

Tabla 3.16 Factores de evaluación según la destructibilidad por humo

Destructibilidad por humo	Coefficiente
Baja	10
Media	5
Alta	0

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

La destructibilidad por calor se evalúa con una escala de 0, 5, 10.

Siendo 0 Muy Malo a 10 Bueno.

c) Corrosión

Es el daño que se produce al desprenderse gases oxidantes en la combustión.

El daño es bajo cuando no hay formación de gases corrosivos y los productos no se destruyen por corrosión, es medio cuando los gases corrosivos no afectan de gran manera a los elementos y productos de la edificación, y es alto el daño cuando los gases oxidantes afectan en gran medida al edificio y a los productos dentro del mismo.

Tabla 3.17 Factores de evaluación según la destructibilidad por corrosión

Destructibilidad por corrosión	Coefficiente
Baja	10
Media	5
Alta	0

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

La destructibilidad por corrosión se evalúa con una escala de 0, 5, 10.

Siendo 0 Muy Malo a 10 Bueno.

d) Agua

La destructibilidad del agua es un factor muy importante a ser considerado debido a que en la gran mayoría de incendios se utiliza agua como medio para extinguirlos. Pero el daño que puede ocasionar el agua también debe ser evaluado. Siendo el daño alto cuando todos los productos se destruyen por efecto del agua, medio cuando existe una destrucción parcial por efectos del agua y es bajo cuando el agua no afecta a los productos.

Tabla 3.18 Factores de evaluación según la destructibilidad por agua

Destructibilidad por agua	Coficiente
Baja	10
Media	5
Alta	0

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

La destructibilidad por agua se evalúa con una escala de 0, 5, 10. Siendo 0 Muy Malo a 10 Bueno.

3.1.4. FACTORES DE PROTECCIÓN

Los factores de protección representan un valor muy importante al momento de evaluar el riesgo de un incendio.

Si todos los elementos de protección se encuentran presentes en la edificación la calificación total no va a ser menor a 5 lo cual representa beneficioso para la edificación.

3.1.4.1. Instalaciones

Los coeficientes de evaluación en el presente método toman en cuenta si los factores de protección tienen o no vigilancia permanente, es decir si existen o no, también se considera que un operario capacitado este constantemente monitoreando los sistemas de protección contra incendios.

Los factores de protección consideran también instalaciones fijas especiales como sistemas a base de agentes gaseosos.

Para analizar los factores de protección se toma en cuenta los siguientes coeficientes de evaluación.

Tabla 3.19 Factores de protección por instalaciones

Factores de protección por instalaciones	Sin vigilancia	Con vigilancia
Extintores manuales (EXT)	1	2
Bocas de incendio (BIE)	2	4
Hidrantes exteriores (CHE)	2	4
Detectores de humo e incendio (DET)	0	4
Rociadores automáticos (ROC)	5	8
Instalaciones fijas especiales (IFE)	2	4

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

En el caso que no existan ciertos factores de protección en la puntuación la puntuación es de 0 ó se debe dejar el espacio en blanco.

Las instalaciones fijas principalmente son, sistemas fijos de espuma, sistemas fijos de CO₂ y sistemas de halones.

3.1.4.2. Brigadas internas contra incendios

Las brigadas internas contra incendios son grupos de personas capacitadas en las empresas para actuar en caso de un incendio.

Las brigadas disponen de capacitación constante en caso de incendio, equipamiento especializado para combatir un incendio.

De igual manera se debe asignar responsabilidades a las personas que conforman la brigada de un incendio.

Tabla 3.20 Coeficiente de evaluación de las brigadas internas contra incendios

Brigada interna (B)	Coeficiente
Si existe brigada	1
No existe brigada	0

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

En el caso de los coeficientes de evaluación en las brigadas internas contra incendios se considera que 0 es malo y 1 es bueno.

3.1.5. MÉTODO DE CÁLCULO

Para analizar de mejor manera los coeficientes de evaluación para los factores de riesgo se utiliza el siguiente método:

- a) **Subtotal X**, es la suma de los coeficientes que corresponden a los primeros 18 factores propios de la instalación.
- b) **Subtotal Y**, es la suma de los coeficientes correspondientes a los medios de protección.
- c) **Coeficiente B**, es el coeficiente que determina si existe o no una brigada interna contra incendios.

Por lo tanto el nivel de riesgo de incendio (P) se evalúa mediante los factores de probabilidad de inicio del incendio y las consecuencias que se derivan del mismo. Cuando ya se tienen los valores de la evaluación, se asignan la siguiente fórmula:

$$P = \frac{5X}{129} + \frac{5Y}{26} + B$$

Ecuación 3.1 Fórmula método MESERI

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

El valor de P indica la evaluación numérica para el riesgo de un incendio en la edificación.

Para interpretar dicho valor cualitativamente se lo realiza de la siguiente forma:

Tabla 3.21 Evaluación cualitativa del riesgo de incendio

Valor de P	Categoría
0 a 2	Riesgo muy grave
2,1 a 4	Riesgo grave
4,1 a 6	Riesgo medio
6,1 a 8	Riesgo leve
8,1 a 10	Riesgo muy leve

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

Para interpretar el resultado del riesgo mediante una evaluación taxativa se la realiza de la siguiente forma:

Tabla 3.22 Evaluación taxativa del riesgo de incendio

Aceptabilidad	Valor de P
Riesgo aceptable	$P > 5$
Riesgo no aceptable	$P \leq 5$

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

La aceptabilidad del riesgo depende del valor de P, es decir de la calificación total en relación al trabajo realizado con el método Meseri.

3.1.6. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO MÉTODO MESERI

La tabla para la evaluación y resultados del método Meseri se la debe realizar de la siguiente manera:

Tabla 3.23 Evaluación método MESERI (Parte 1)

	Factores X	Coefficiente	Puntuación
CONSTRUCCIÓN	Número de Pisos		
	1 ó 2	3	Se escoge del coeficiente
	3, 4 ó 5	2	
	6, 7, 8 ó 9	1	
	10 ó más	0	
	Superficie		
	de 0 a 500 m ²	5	Se escoge del coeficiente
	de 501 a 1500 m ²	4	
	de 1501 a 2500 m ²	3	
	de 2501 a 3500 m ²	2	
	de 3501 a 4500 m ²	1	
	más de 4500 m ²	0	
	Resistencia al fuego		
	Resistente al fuego	10	Se escoge del coeficiente
	No combustible	5	
	Combustible	0	
Falsos techos			
Sin falsos techos	5	Se escoge del coeficiente	
Con falso techo incombustible	3		
Con falso techo combustible	0		

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

En los factores X correspondientes al método Meseri, en el número de pisos también se debe considerar su altura de la siguiente manera, de 1 a 2 pisos ó menor a 6 metros, de 3 a 5 pisos ó entre 6 hasta 15 metros, de 6 a 9 pisos ó entre 15 a 27 metros, de 10 en adelante ó más de 30 metros.

Tabla 3.24 Evaluación método MESERI (Parte 2)

FACTORES DE SITUACIÓN	Factores X	Coeficiente	Puntuación
	Distancia de los bomberos		
	Menor de 5 km	10	Se escoge del coeficiente
	Entre 5 y 10 km	8	
	Entre 10 y 15 km	6	
	Entre 15 y 25 km	2	
	Más de 25 km	0	
Accesibilidad al edificio			
	Buena	5	Se escoge del coeficiente
	Media	3	
	Mala	1	
	Muy mala	0	

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

En la distancia de los bomberos también se debe considerar el tiempo que los bomberos de tarden en llegar al lugar del incendio de la siguiente manera, cuando la distancia es menor de 5 km ó en 5 minutos, cuando la distancia sea de 5 a 10 km ó el tiempo esté entre 5 y 10 minutos, cuando la distancia sea de 10 a 15 km ó el tiempo esté entre 10 y 15 minutos, cuando la distancia sea de 15 y 25 km ó cuando el tiempo esté entre 15 y 25 minutos y cuando la distancia sea mayor a 25 km y el tiempo supere los 25 minutos.

Tabla 3.25 Evaluación método MESERI (Parte 3)

	Factores X	Coefficiente	Puntuación
PROCESOS	Peligro de activación		
	Bajo	10	Se escoge del coeficiente
	Medio	5	
	Alto	0	
	Carga de fuego		
	Baja	10	Se escoge del coeficiente
	Media	5	
	Alta	0	
	Combustibilidad		
	Baja	5	Se escoge del coeficiente
	Media	3	
	Alta	0	
	Orden y limpieza		
	Bajo	0	Se escoge del coeficiente
	Medio	5	
	Alto	10	
	Almacenamiento en altura		
	Menor de 2 m	3	Se escoge del coeficiente
Entre 2 y 4 m	2		
más de 6 m	0		

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

Tabla 3.26 Evaluación método MESERI (Parte 4)

	Factores X	Coefficiente	Puntuación
USD/m²	Factor de concentración		
	Menor de 5000 USD/m ²	3	Se escoge del coeficiente
	Entre 5000 y 10000 USD/m ²	2	
Mayor de 10000 USD/m ²	0		
PROPAGABILIDAD	Vertical		
	Baja	5	Se escoge del coeficiente
	Media	3	
	Alta	0	
	Horizontal		
	Baja	5	Se escoge del coeficiente
Media	3		
Alta	0		

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

Tabla 3.27 Evaluación método MESERI (Parte 5)

Factores X		Coficiente	Puntuación
DESTRUCTIBILIDAD	Por calor		
	Baja	10	Se escoge del coeficiente
	Media	5	
	Alta	0	
	Por humo		
	Baja	10	Se escoge del coeficiente
Media	5		
Alta	0		
DESTRUCTIBILIDAD	Por corrosión		
	Baja	10	Se escoge del coeficiente
	Media	5	
	Alta	0	
	Por Agua		
Baja	10	Se escoge del coeficiente	
Media	5		
Alta	0		
Subtotal X			Puntuación Total

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

Tabla 3.28 Evaluación método MESERI (Parte 6)

Factores Y	Sin Vigilancia	Con Vigilancia	Puntuación
Extintores manuales (EXT)	1	2	1 - 2
Bocas de incendio (BIE)	2	4	2 - 4
Hidrantes exteriores (CHE)	2	4	2 - 4
Detectores de humo e incendio (DET)	0	4	0 - 4
Rociadores automáticos (ROC)	5	8	5 - 8
Instalaciones fijas especiales (IFE)	2	4	2 - 4
SUBTOTAL Y			Puntuación Total

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

Tabla 3.29 Evaluación método MESERI (Parte 7)

Brigada interna (B)	Coficiente	Puntuación
Si existe brigada	1	0 - 1
No existe brigada	0	
SUBTOTAL B		Puntuación Total

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

Tabla 3.30 Evaluación método MESERI (Parte 8)

Fórmula	Puntuación
$P = \frac{5X}{129} + \frac{5Y}{26} + B$	Total del riesgo ó P
TOTAL P	Puntuación Total
Conclusión	
Se debe indicar detalladamente la situación del riesgo en la que se encuentra el lugar	
Valor de riesgo, P	Calificación del Riesgo
Inferior a 3	Muy malo
3 a 5	Malo
5 a 8	Bueno
Superior a 8	Muy Bueno

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

3.1.7. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA EXPOSICIÓN AL RIESGO DE INCENDIO EN LAS BODEGAS DE LA EMPRESA FEDERICK STORE CIA. LTDA.

Para el análisis de riesgo que se realiza en las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda., se debe realizar previamente el desarrollo del método Meseri para optar con las medidas correctas y resolver en gran medida el riesgo de incendio.

3.1.7.1. Método MESERI para las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda.

Tabla 3.31 Evaluación método MESERI para las bodegas de Federick Store Cia. Ltda. (Parte 1)

	Factores X	Coeficiente	Puntuación
CONSTRUCCIÓN	Número de Pisos		
	1 ó 2	3	2
	3, 4 ó 5	2	
	6, 7, 8 ó 9	1	
	10 ó más	0	
	Superficie		
	de 0 a 500 m ²	5	5
	de 501 a 1500 m ²	4	
	de 1501 a 2500 m ²	3	
	de 2501 a 3500 m ²	2	
	de 3501 a 4500 m ²	1	
	más de 4500 m ²	0	
	Resistencia al fuego		
	Resistente al fuego	10	10
	No combustible	5	
Combustible	0		
Falsos techos			
Sin falsos techos	5	5	
Con falso techo incombustible	3		
Con falso techo combustible	0		

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

Tabla 3.32 Evaluación método MESERI para las bodegas de Federick Store
Cia. Ltda. (Parte 2)

	Factores X	Coeficiente	Puntuación
FACTORES DE SITUACIÓN	Distancia de los bomberos		
	Menor de 5 km	10	10
	Entre 5 y 10 km	8	
	Entre 10 y 15 km	6	
	Entre 15 y 25 km	2	
	Más de 25 km	0	
	Accesibilidad al edificio		3
	Buena	5	
	Media	3	
	Mala	1	
	Muy mala	0	

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

Tabla 3.33 Evaluación método MESERI para las bodegas de Federick Store
Cia. Ltda. (Parte 3)

	Factores X	Coeficiente	Puntuación
PROCESOS	Peligro de activación		
	Bajo	10	5
	Medio	5	
	Alto	0	
	Carga de fuego		
	Baja	10	0
	Media	5	
	Alta	0	
	Combustibilidad		
	Baja	5	0
	Media	3	
	Alta	0	
	Orden y limpieza		
	Bajo	0	0
	Medio	5	
	Alto	10	
	Almacenamiento en altura		
	Menor de 2 m	3	2
Entre 2 y 4 m	2		
más de 6 m	0		

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

Tabla 3.34 Evaluación método MESERI para las bodegas de Federick Store
Cia. Ltda. (Parte 4)

	Factores X	Coefficiente	Puntuación
USD/m²	Factor de concentración		
	Menor de 5000 USD/m ²	3	0
	Entre 5000 y 10000 USD/m ²	2	
	Mayor de 10000 USD/m ²	0	
PROPAGABILIDAD	Vertical		
	Baja	5	3
	Media	3	
	Alta	0	
	Horizontal		
	Baja	5	3
Media	3		
Alta	0		

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

Tabla 3.35 Evaluación método MESERI para las bodegas de Federick Store
Cia. Ltda. (Parte 5)

Factores X		Coeficiente	Puntuación
DESTRUCTIBILIDAD	Por calor		
	Baja	10	0
	Media	5	
	Alta	0	
	Por humo		
	Baja	10	0
Media	5		
Alta	0		
DESTRUCTIBILIDAD	Por corrosión		
	Baja	10	10
	Media	5	
	Alta	0	
	Por Agua		
	Baja	10	5
Media	5		
Alta	0		
SUBTOTAL X			63

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

Tabla 3.36 Evaluación método MESERI para las bodegas de Federick Store
Cia. Ltda. (Parte 6)

Factores Y	Sin Vigilancia	Con Vigilancia	Puntuación
Extintores manuales (EXT)	1	2	1
Bocas de incendio (BIE)	2	4	No dispone de BIE
Hidrantes exteriores (CHE)	2	4	No dispone de CHE
Detectores de humo e incendio (DET)	0	4	No dispone de DET
Rociadores automáticos (ROC)	5	8	No dispone de ROC
Instalaciones fijas especiales (IFE)	2	4	No dispone de IFE
SUBTOTAL Y			1

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

Tabla 3.37 Evaluación método MESERI para las bodegas de Federick Store
Cia. Ltda. (Parte 7)

Brigada interna (B)	Coeficiente	Puntuación
Si existe brigada	1	0
No existe brigada	0	
SUBTOTAL B		0

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

Tabla 3.38 Evaluación método MESERI para las bodegas de Federick Store Cia. Ltda. (Parte 8)

Fórmula	Resolución	Puntuación
$P = \frac{5X}{129} + \frac{5Y}{26} + B$	$P = \frac{5(63)}{129} + \frac{5(1)}{26} + 0$ $P = 2.44 + 0.19 + 0$ $P = 2.63$	2.63
TOTAL P		2.63

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

Conclusión; de acuerdo a la interpretación cualitativa el riesgo que se tiene en las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda., es GRAVE y el riesgo de incendio es muy alto, debido a la puntuación obtenida en la resolución del método MESERI la cual es de 2.63.

Por lo que se requiere urgentemente una solución para reducir el riesgo considerablemente.

3.1.7.2. Cálculo carga de fuego

La carga de fuego es el peso en madera por unidad de superficie en kilogramos sobre metro cuadrado, capaz de desarrollar una cantidad de calor igual a la de los materiales que se encuentran en el sector a ser estudiado.

Poder calorífico C, es la cantidad de calor que genera la material cuando se quema.

$$C = \frac{\text{Calor Generado}}{\text{Masa del material}} \left[\frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}} \right] \left[\frac{\text{MJoules}}{\text{Kg}} \right]$$

Ecuación 3.2 Poder Calorífico

Poder calorífico de la madera:

$$C_{madera} = 4400 \left[\frac{Kcal}{Kg} \right] = 14.41 \left[\frac{MJoules}{Kg} \right]$$

Ecuación 3.3 Poder calorífico de la madera

Carga de fuego Q:

$$Q = \frac{m_1 * C_1 + m_2 * C_2 + \dots + m_i * C_i \left[\frac{Kg \text{ de madera}}{m^2} \right]}{4400 \left[\frac{Kcal}{Kg} \right] * S}$$

Ecuación 3.4 Carga de fuego Q

Donde:

Q = carga de fuego del sector de incendio

m_i = cantidad de Kg del material dentro del sector de incendio

C_i = poder calorífico del material dentro del sector de incendio

S = superficie del sector de incendio

Los datos en las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda., para el cálculo de la carga de fuego se los analiza de acuerdo a los principales materiales almacenados en las mismas.

En promedio se almacena en las bodegas:

Tela: 8200 Kg

Caucho: 8100 Kg

Cartón: 4122 Kg

Madera: 100 Kg

Cuero: 2300 Kg

Carga de fuego Q:

$$Q = \frac{8200 * 4000 + 8100 * 10000 + 4122 * 4000 + 100 * 4400 + 2300 * 5000}{4400 * 89}$$

$$Q = \frac{32800000 + 81000000 + 16488000 + 440000 + 11500000}{391600}$$

$$Q = \frac{142228000}{391600}$$

$$Q = 363.197 \left[\frac{Kg}{m^2} \right]$$

$$Qt = 4400 \left[\frac{Kcal}{Kg} \right] * 363.197 \left[\frac{Kg}{m^2} \right]$$

$$Qt = 1598.06 \left[\frac{Mcal}{m^2} \right]$$

Por lo tanto la carga de fuego en las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda., es sumamente alta debido a la gran cantidad de material combustible almacenada en un área de 89 metros cuadrados.

3.2. ESPECIFICACIÓN DE LAS ACCIONES A TOMAR PARA EL TRATAMIENTO DEL RIESGO DE INCENDIO EN LAS BODEGAS DE LA EMPRESA FEDERICK STORE CIA. LTDA.

Las formas para tratar riesgos de incendios son: evitar, transferir, mitigar y aceptar. De tal manera que con los cuatro criterios se analiza y evalúa el riesgo, se elimina el riesgo en caso de que sean fuertes amenazas para las bodegas, se transfiere el riesgo cuando eliminarlo no es posible, se utilizan aseguradoras como método de transferir el riesgo, para mitigar el riesgo se utilizan métodos preventivos como implementar normas de seguridad industrial, para aceptar un riesgo se consideran factores costo beneficio.

En el tratamiento de un riesgo siempre queda en consideración un riesgo residual es decir que no se puede lo evitar ni eliminar al ciento por ciento, debido a que por factores propios o externos.

Las formas para tratar un riesgo de incendio permiten tomar una decisión adecuada dependiendo principalmente del factor económico y de la recomendación del diseño, como se muestra en la figura 3.2.

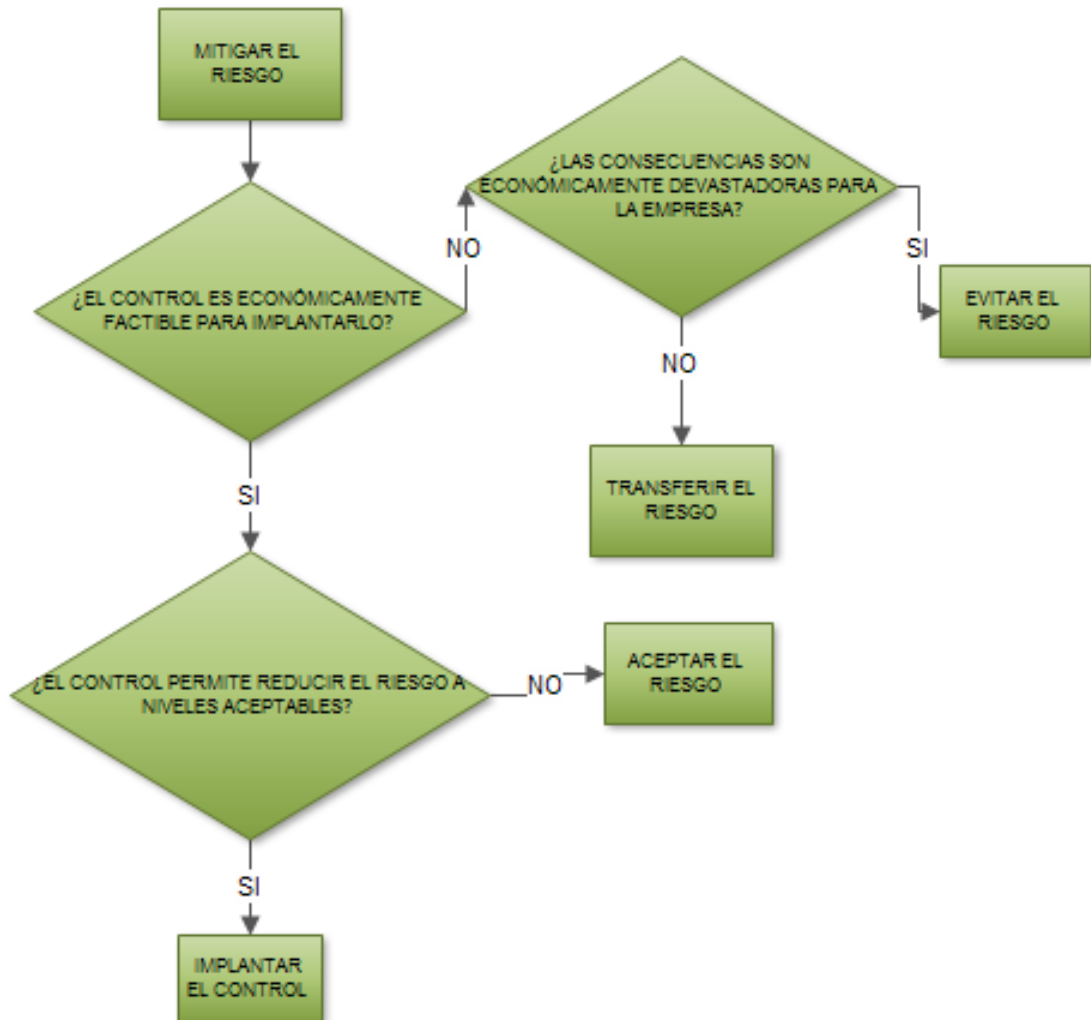


Figura 3.2 Formas de tratamiento del riesgo

Tomando en cuenta los factores de riesgo de un incendio en las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda., se analiza los puntos que se pueden mejorar y se aplica la metodología para el tratamiento del riesgo de incendio en las bodegas que se encuentra en estado grave.

Tabla 3.39 Plan de mejora para las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda. (Parte 1)

	Factores X	Criterio	Plan de mejora
CONSTRUCCIÓN	Número de Pisos	Aceptar	En este caso no se puede hacer nada debido a que no se puede destruir a edificación para mitigar el riesgo.
	Superficie	Aceptar	La superficie de las bodegas no se las puede modificar debido a que los costos serían muy altos y la edificación ya no lo permite.
	Resistencia al fuego	Aceptar	La edificación está construida a base de bloques de cemento y hormigón, los cuales son resistentes al fuego.
	Falsos techos	Aceptar	No se considera realizar ningún cambio debido a que en la edificación no existen falsos techos.

Tabla 3.40 Plan de mejora para las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda. (Parte 2)

FACTORES DE SITUACIÓN	Factores X	Criterio	Plan de mejora
	<p>Distancia de los bomberos</p>	<p>Aceptar</p>	<p>La distancia que existe entre las bodegas y el cuerpo de bomberos más cercano es entre 10 y 15 Km por lo que no se puede realizar ningún cambio con respecto a la distancia.</p>
<p>Accesibilidad al edificio</p>	<p>Aceptar</p>	<p>La accesibilidad al edificio se la considera Media debido a que el ancho del acceso está entre los 2 y 4 metros.</p>	

Tabla 3.41 Plan de mejora para las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda. (Parte 3)

	Factores X	Criterio	Plan de mejora
PROCESOS	Peligro de activación	Mitigar	Se puede disminuir el riesgo en la edificación aislando las tomas eléctricas abiertas y mal empalmadas, de igual manera se capacitará a los empleados de las bodegas sobre el buen uso de la energía eléctrica.
	Carga de fuego	Aceptar	De acuerdo a la carga de fuego calculada que es muy alta en relación al área de almacenaje, no se puede realizar ningún cambio en los productos almacenados.
	Combustibilidad	Aceptar	No se puede cambiar los materiales con los que están elaborados los productos almacenados en las bodegas.
	Orden y limpieza	Mitigar	Para mitigar el riesgo se implementará capacitación constante al personal encargado en temas de orden y limpieza en el lugar de trabajo como también optimizarla colocando tachos de basura acordes al tamaño de los desechos que se manejan.

Tabla 3.42 Plan de mejora para las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda. (Parte 4)

	Factores X	Criterio	Plan de mejora
PROCESOS	Almacenamiento en altura	Mitigar	El almacenamiento del producto en las bodegas actualmente está en los 2,6 metros, para mitigar el riesgo de incendio por el almacenamiento en altura, se exigirá al personal que las cajas de almacenamiento no superen los 2 metros de altura, esto se implementará como política de la empresa.
USD/m²	Factor de concentración	Transferir	En este caso la mejor forma de transferir y disminuir el riesgo de una pérdida total por incendio en las bodegas es asegurando la mercadería con una compañía de seguros.

Tabla 3.43 Plan de mejora para las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda. (Parte 5)

	Factores X	Criterio	Plan de mejora
PROPAGABILIDAD	Vertical	Aceptar	La propagación vertical en las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda., no es grave debido a que solamente existe una sola planta en la edificación.
	Horizontal	Aceptar	La propagación horizontal en las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda., es de gravedad media debido a que hay varias edificaciones alrededor de las bodegas.
DESTRUCTIBILIDAD	Por calor	Aceptar	La destructibilidad por calor depende de los materiales que se almacenan en las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda., se acepta el factor de riesgo debido a que no se puede modificar el material de los productos almacenados.
	Por humo	Mitigar	La destructibilidad por humo se la puede mitigar almacenando ciertos productos en cajas o en fundas plásticas para que el humo no dañe la tela.

Tabla 3.44 Plan de mejora para las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda. (Parte 6)

	Factores X	Criterio	Plan de mejora
DESTRUCTIBILIDAD	Por corrosión	Aceptar	El daño por corrosión en las bodegas es bajo debido a que no hay elementos químicos cuyos vapores dañen el producto.
	Por Agua	Aceptar	No se puede disminuir el daño por agua en los productos almacenados debido a que la mayoría está elaborada a base tela y esta se daña parcialmente si se moja.

Tabla 3.45 Plan de mejora para las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda. (Parte 7)

Factores Y	Criterio	Plan de mejora
Extintores manuales (EXT)	Mitigar	En las bodegas de la empresa Federick Store. Cia. Ltda., los extintores manuales se encuentran sin vigilancia, para mitigar el riesgo de un incendio se capacitará al personal encargado de las bodegas para que constantemente verifiquen el estado de los extintores.
Bocas de incendio (BIE)	Mitigar	Se hará el estudio para que la empresa implemente a futuro las bocas de incendio.

Tabla 3.46 Plan de mejora para las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda. (Parte 8)

Factores Y	Criterio	Plan de mejora
Hidrantes exteriores (CHE)	Aceptar	No se puede hacer nada en este caso debido a que el Cuerpo de Bomberos de Quito y la Municipalidad no implementó ningún hidrante en los exteriores de las bodegas o en un área cercana a las mismas.
Detectores de humo e incendio (DET)	Mitigar	Se diseñará e implementará un sistema automatizado para el control de incendios a base de detectores de humo de última tecnología, los cuales darán una pronta respuesta en el caso de presentarse humo al iniciarse un incendio. El sistema consta de una Central de control, un elemento de visualización del estado del sistema, detectores de humo, sirenas, luces estroboscópicas.

Tabla 3.47 Plan de mejora para las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda. (Parte 9)

Factores Y	Criterio	Plan de mejora
Rociadores automáticos (ROC)	Mitigar	Se hará el estudio de un sistema hídrico contra incendios en las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda., para sea implementado a futuro.
Instalaciones fijas especiales (IFE)	Aceptar	No se aplican Instalaciones fijas especiales en el área de las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda., debido al área de las bodegas y a los materiales almacenados.

Tabla 3.48 Plan de mejora para las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda. (Parte 10)

Brigada interna (B)	Criterio	Plan de mejora
Brigada personal a cargo de las bodegas de la empresa Federick Store. Cia. Ltda.	Mitigar	El Director de logística y operaciones en conjunto con el personal a su cargo, de las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda. Está capacitado para actuar en caso de un incendio, en el uso de: Extintores manuales, sistema de detección y alarma contra incendios, y primeros auxilios.

4. Diseño

4.1. DISEÑO DEL SISTEMA HÍDRICO PARA EXTINCIÓN DE INCENDIOS EN LAS BODEGAS DE LA EMPRESA FEDERICK STORE CIA. LTDA.

Un sistema hídrico contra incendios es aquel que mediante un conjunto de dispositivos y trabajando conjuntamente con un sistema automático de detección y alarma de incendio permite mitigar y eliminar el fuego que se presente en un posible incendio. Su principal objetivo es el de salvaguardar vidas y proteger bienes en empresas y domicilios.

Para el diseño de un sistema hídrico contra incendios se debe considerar el reglamento del Registro Oficial del Ministerio de Inclusión Económica y Social, el cual está basado en las normas NFPA.

Es muy importante que se disponga de un suministro de agua adecuado con una cisterna o tanques de reserva, el agua del suministro debe proporcionarse con un flujo y una presión adecuados para la activación de los sistemas de aspersion con rociadores o con cualquier otro dispositivo de aspersion. La red de tuberías para el sistema hídrico contra incendios debe formar un circuito cerrado para evitar pérdidas de presión. Se debe considerar que las bombas contra incendios a ser usadas deben cumplir con la presión adecuada para satisfacer al sistema hídrico contra incendios.

El uso de rociadores debe ser correctamente analizado debido a que se los debe colocar de acuerdo al área de la edificación a ser protegida, usualmente se colocan aspersores los cuales se activan con el calor proveniente de un incendio cuyos valores nominales de temperatura varía desde los 57 °C hasta los 343 °C. Su ubicación depende del grado de riesgo y del tipo de construcción a ser protegida con el sistema de aspersores.

En el diseño del sistema hídrico contra incendios para las bodegas de Federick Store Cia. Ltda., se ha tenido en cuenta las normas y procedimientos así como los Planos de Arquitectura.

Se debe considerar estas especificaciones como requisitos y normas mínimas que debe cumplir el contratista mecánico de redes hídricas en lo referente a fabricación, montaje, instalación, calidad de materiales, capacidad y tipos de equipos y en general de todos los elementos necesarios para la correcta instalación del sistema.

Para la ejecución de los trabajos a futuro se recomienda usar mano de obra calificada, herramientas adecuadas y la dirección técnica de personal capacitado, respaldado por una empresa especializada en este rubro con experiencia comprobada y demostrable en gerencia e instalaciones de sistemas de Protección de Incendios de estas características y magnitud.

4.1.1. NORMAS Y CÓDIGOS

En la ejecución de los trabajos de instalación deberán observarse las siguientes normas y códigos:

REGISTRÓ OFICIAL N°114: Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendio del Gobierno Ecuatoriano.

- NFPA 14: Installation of Standpipe, Private Hydrant, and Hose System
- NFPA 20: Standard for Stationary Pumps for Fire Protection
- NFPA 24: Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances
- NFPA 70: National Electrical Code
- NFPA 101: Life Safety Code
- NFPA 1963: Fire Hose Connections

Lo expuesto a continuación, analiza todos los aspectos técnicos que se encuentran claramente especificados en los planos de instalación y en el presente documento.

4.1.2. PARÁMETROS DE DISEÑO

El diseño se ha realizado con las normas del departamento de prevención de incendios del Cuerpo de Bomberos del D.M.Q., así:

- Diámetro mínimo de alimentación a gabinetes: 1½"
- Reserva de agua mínima: 13.000 lts
- Presión mínima de servicios en la salida de la manguera del gabinete más desfavorable: 18 m.c.a.
- Caudal en cada gabinete: 2.5 lts/s

Para las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda., se determina las siguientes condiciones de operación del sistema:

- Volumen de agua en la reserva: 14 m³
- Caudal máximo probable: 5 lts/s
- Diámetro de la línea: 3" Para la red principal
- Diámetro de derivación de la alimentación hasta los gabinetes: 1½"

Los requerimientos establecidos por National Fire Protection Association, NFPA por sus siglas en inglés, para el diseño del sistema de incendios y del sistema de mangueras, superan los valores requeridos por el Cuerpo de Bomberos. Por lo cual se sugiere se haga uso del sistema establecido por el cuerpo de bomberos del D.M.Q., de la siguiente manera:

- Caudal máximo: 16,00 lts/s
- Presión en el punto más alejado: 40,00 m.c.a
- Diámetro de la línea: 4" para la columna Principal
- Diámetro de columna para alimentación gabinetes: 2 ½"

4.1.3. DATOS Y CÁLCULOS

a) Determinación del punto crítico

El punto crítico por longitud y altura está en el gabinete más alejado de la planta alta, Nivel 5.50 m. Se lo mide desde la cisterna hasta la altura en la cual se coloca los rociadores.

b) Determinación del caudal

El caudal para el diseño del sistema hídrico es el indicado por la norma el cual es de 16,00 lts/s

c) Diámetro de Tuberías.

Para la matriz principal que abastecerá a gabinete y rociadores tenemos: $D = 100 \text{ mm}$ (4") según nos sugiere el cuerpo de bomberos, pero en el caso de un sistema mixto es decir con gabinetes de incendios y rociadores se utilizará una tubería de 75 mm (3").

d) Cálculo de Rociadores

La Norma NFPA 13, clasifica a las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda., como riesgo leve como se muestra en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Limitaciones del área de protección del sistema

Limitaciones del Área de Protección del Sistema	
Riesgo Leve	$\leq 52000 \text{ pies}^2$ (4831 m^2)
Riesgo Ordinario	$> 52000 \text{ pies}^2$ (4831 m^2)
Riesgo Extra Sistema Tabulado	25000 pies^2 (2323 m^2)
Riesgo Extra Sistema Hidráulicamente Calculado	40000 pies^2 (3716 m^2)

Fuente: (NFPA 13, 1996)

4.1.4. ÁREA DE DISEÑO

Debe ser el área de mayor demanda hidráulica en el caso de las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda., el área de mayor demanda hidráulica es de 89 m², como se muestra en la figura 4.1.

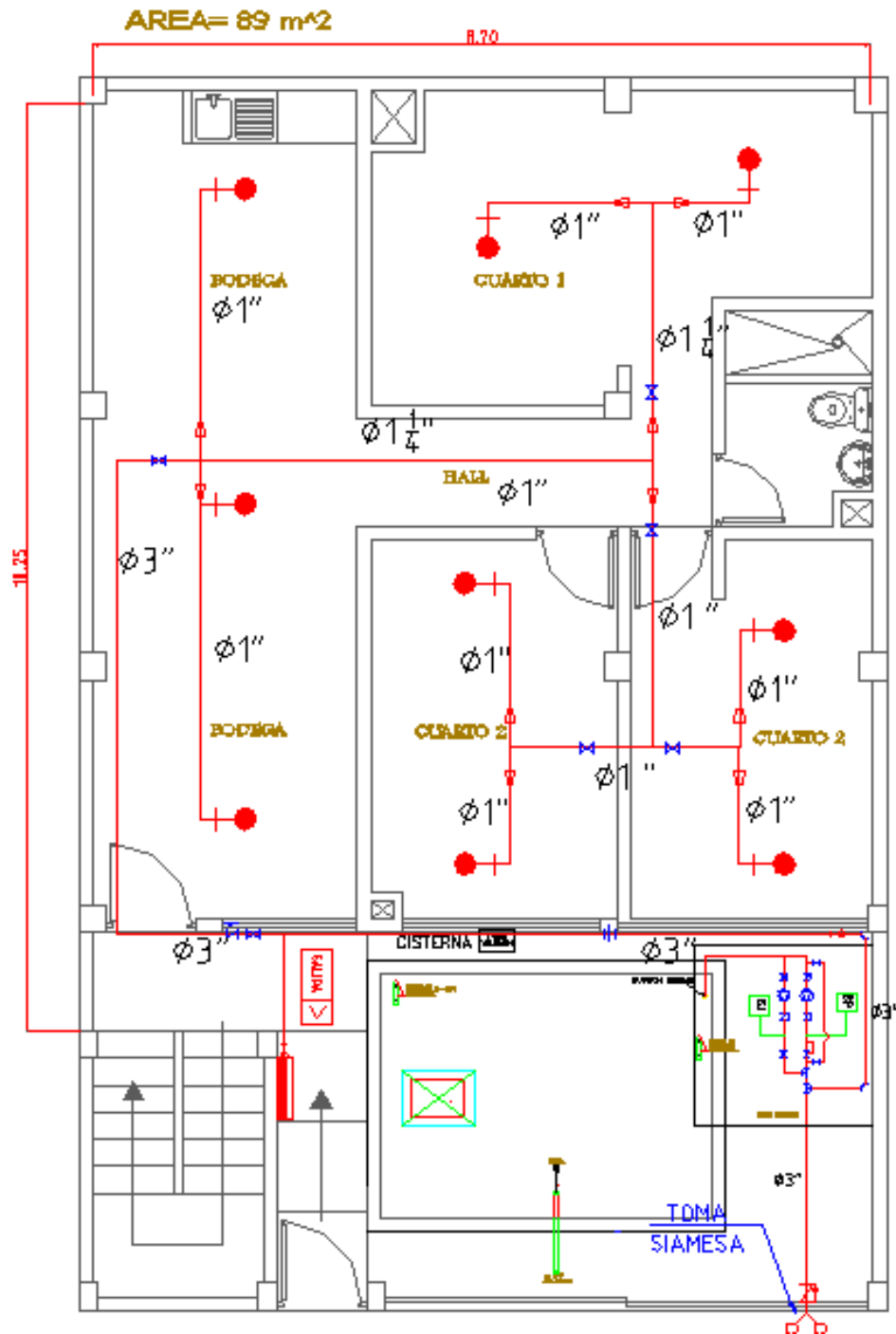


Figura 4.1 Sistema hídrico - Distribución de rociadores

Área diseño = A_t

$$A_t = 89 \text{ m}^2$$

Los Rociadores van a tener una separación $S = 2.7 \text{ m}$ $L = 3.6 \text{ m}$ en los planos.

Área cobertura rociador = A_s

$$A_s = S * L$$

Ecuación 4.1 Fórmula área de cobertura de un rociador

$$A_s = (2.7) * (3.6)$$

$$A_s = 10.29 \text{ m}^2$$

$$\text{Número de rociadores} = A_t / A_s$$

Ecuación 4.2 Fórmula número de rociadores

$$\text{Número de rociadores} = \frac{89}{10.29}$$

$$\text{Número de rociadores} = 8,65$$

Número de rociadores = 9 rociadores.

$$\text{Número de rociadores en cada línea} = 1.2 \left(\frac{\sqrt{A_t}}{S} \right)$$

Ecuación 4.3 Fórmula número de rociadores en cada línea

$$\text{Número de rociadores en cada línea} = 1.2 \left(\frac{\sqrt{89}}{2.7} \right)$$

$$\text{Número de rociadores en cada línea} = 4.19$$

Número de rociadores en cada línea = 5

4.1.5. CAUDAL TOTAL DE REFRIGERACIÓN

Para la determinación del caudal total de refrigeración o Q_t , se considerara el caudal obtenido para un rociador por el número de rociadores requeridos para enfriar esta área de 89 m^2 . La presión y caudal de los rociadores se muestra en la tabla 4.2.

Tabla 4.2 Tabla de presión y caudal rociadores

Presión y caudal rociadores 1/2 k = 80.6							
PRESIÓN		CAUDAL		PRESIÓN		CAUDAL	
PSI	Kg/cm ²	gpm	lt/min	PSI	Kg/cm ²	gpm	lt/min
1	0.07	5.60	21.22	21	1.48	25.66	97.26
3	0.21	9.70	36.76	23	1.62	26.86	101.79
5	0.35	12.52	47.46	25	1.76	28.00	106.12
7	0.49	14.82	56.15	27	1.90	29.10	110.28
9	0.63	16.80	63.67	29	2.04	30.16	114.29
11	0.78	18.57	70.39	31	2.19	31.18	118.17
13	0.92	20.19	82.20	33	2.33	32.17	121.92
15	1.06	21.69	82.20	35	2.47	33.13	125.56
17	1.20	23.09	87.51	37	2.61	34.06	129.10
19	1.34	24.41	92.51	39	2.75	34.97	132.54

Fuente: (NFPA 13, 1996)

Para las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda., se selecciona el rociador cuyo caudal es de 5.6 gpm.

$$Q_t = \text{Caudal de un rociador} \times \text{Numero de rociadores requeridos}$$

Ecuación 4.4 Fórmula caudal total de refrigeración

$$Q_t = 5.6 \text{ gpm} \times 9 = 50 \text{ gpm}$$

Los rociadores tendrán un diámetro de orificio 1/2" (13mm), k=80.6, rosca

NPT 1/2", Q =21.22 lt/min, P= 0.07 kg/cm² y $\theta=120^\circ$.

Para hallar el caudal necesario en el área de diseño, se multiplica el caudal de cada rociador por los 9 rociadores que existen en el área diseño.

4.1.6. CARACTERÍSTICAS DE DESCARGA DE ROCIADORES

El factor k, la descarga relativa, y la identificación de los rociadores que posean distintos tamaños de orificio se detallan en la tabla 4.3.

Tabla 4.3 Características de descarga de rociadores

Características de descarga de rociadores				
Diámetros orificio		Factor K	% descarga de 1/2 "	Tipo rosca
Pulgadas	mm			
1/4	6.40	1.3 - 1.5	25	1/2 " NPT
5/16	8.00	1.8 - 2.0	33.3	1/2 " NPT
3/8	9.50	2.6 - 2.9	50	1/2 " NPT
7/16	11.00	4.0 - 4.4	75	1/2 " NPT
1/2	12.70	5.3 - 5.8	100	1/2 " NPT
17/32	13.50	7.4 - 8.2	140	1/2 " - 3/4 " NPT
17/32	13.50	11.0 - 11.5	140	1/2 " - 3/4 " NPT
5/8	15.90	11.0 - 11.5	200	1/2 " - 3/4 " NPT
5/8	15.90	13.5 - 14.5	200	1/2 " - 3/4 " NPT
3/4	19.00	13.5 - 14.5	250	3/4 " NPT

Fuente: (NFPA 13, 1996)

4.1.7. GABINETES DE MANGUERAS

Se instalará un gabinete de clase III, como se muestra en la figura 4.2, el cual consta de una manguera de lino 1 1/2" de diámetro y de longitud 30 metros y tiene conexiones por medio de una válvula de ángulo de 1 1/2" para presión de 250psi, para uso de la brigada contra incendios de la empresa y otra conexión de 2 1/2" para uso exclusivo del cuerpo de bomberos,

Además contarán con un extintor de 10lbs de polvo químico seco ABC, un hacha de tipo bombero, de 2 ¾ libras de peso y mango de 36” de longitud, una llave tensora para conexión de 1 ½”.



Figura 4.2 Gabinete de mangueras

Los gabinetes estarán ubicados en la fachada frontal, con una separación de 30 metros y a una altura máxima de 1.50 metros desde el piso hasta la válvula angular de 1 ½”, como se muestra en la figura 4.3.

Tabla 4.4 Demanda de mangueras y duración

Demanda de mangueras y duración			
Clasificación Ocupación	Mangueras interiores (gpm)	Total combinado de mangueras interiores y exteriores (gpm)	Tiempo Duración (min)
Riesgo Leve	0 - 50 - 100	100	30
Riesgo Ordinario	0 - 50 - 100	250	60 - 90
Riesgo Extra	0 - 50 - 100	500	90 - 120

Fuente: (NFPA 13, 1996)

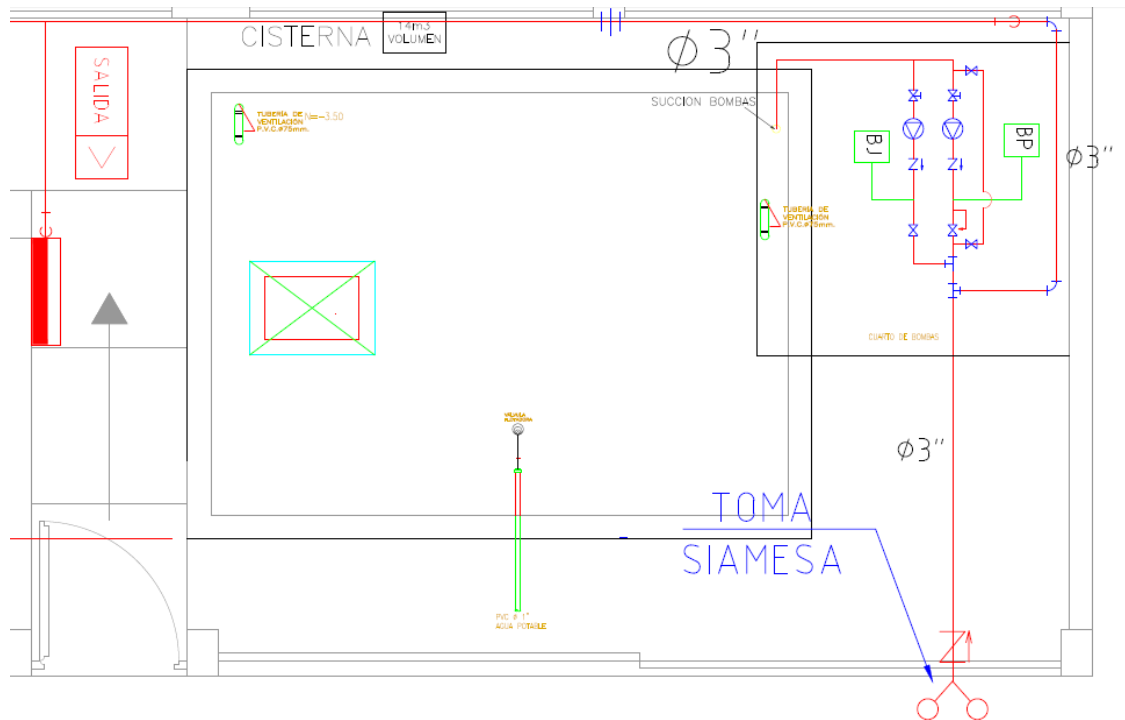


Figura 4.3 Ubicación del Gabinete en los planos

En el caso de las bodegas de Federick Store Cia. Ltda., se colocará un gabinete en la parte exterior, se selecciona el tipo de riesgo en la tabla de la demanda de mangueras y duración, se verifica que el riesgo es leve y se opta por 100 Gpm como se muestra en la tabla 4.4.

Se recomienda sumar un gabinete adicional en caso de una futura expansión de las bodegas.

Tomando en consideración la posible implementación de un gabinete de mangueras adicional ó una red de rociadores adicional.

Por lo tanto el flujo necesario será:

$$Q_t \text{ sistema} = Q_t \text{ rociadores} + Q_t \text{ gabinetes}$$

Ecuación 4.5 Fórmula caudal total del sistema

$$Q_t \text{ sistema} = 50 \text{ gpm} + 100 \text{ gpm} + 100 \text{ gpm}$$

$$Q_t \text{ sistema} = 250 \text{ gpm}$$

4.1.8. CONEXIÓN SIAMESA

En la fachada principal de la planta, se colocara una toma Siamesa como se muestra en la figura 4.4, para uso exclusivo del cuerpo de Bomberos que permitirá alimentar los cajetines cuando haya un incendio.

Tendrá dos entradas, hechas en bronce de 2 ½" x 2 ½" con sus tapones y cadenas correspondientes, salida inferior en ángulo de 90° para conexión a la línea de 4", placa exterior integrada al cuerpo de la pieza. Se debe poner una válvula de control y de retención.



Figura 4.4 Toma siamesa

Fuente: (<http://www.farenheitsystem.com/>, 2008)

4.1.9. TUBERÍAS

En la red de tuberías se usará material de acero protegido contra la corrosión como el acero galvanizado o la tubería de acero normal sin costura que generalmente se lo usa para áreas pequeñas, comercialmente conocida como ASTM A53 cedula 40, debido a su alta resistencia mecánica, debido a que tienen una presión de ruptura de 3000 PSI, en los sistemas contra incendios se manejan presiones alrededor de los 100 PSI, de esta forma se cumple con un factor de seguridad muy alto.

Las tuberías serán sometidas a una prueba de hidrostático a 250 PSI de presión, por 4 horas mínimo, donde no debe existir indicio de filtración.

En el caso de tuberías con diámetros mayores a 2", se utilizara el sistema de uniones con tuberías ranuradas y para tuberías con diámetros menores e iguales a 2", las uniones serán roscadas.

Las roscas en los tubos serán cónicas y de longitud exacta para los accesorios roscados.

4.1.10. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO

Para seleccionar de manera correcta las bombas a ser utilizadas se deben analizar varios factores como:

a) Caudal total del sistema

$$Q_t \text{ sistema} = 256 \text{ gpm}$$

$$Q_t \text{ sistema} = 0.0157 \text{ m}^3/\text{s}$$

b) Calculo potencia de la bomba

Pt = Potencia teórica calculada

$$P_t = H_B \times Q \times \rho \times g$$

Ecuación 4.6 Fórmula potencia teórica calculada de la bomba

TDH = Altura dinámica (m)

Qt = Caudal (m³/s)

ρ = Densidad del agua 1000 kg/m³

g = Aceleración de la Gravedad= 9.8 m/s²

$$P_t = (43.3) * (0.0157) * (1000) * (9.8)$$

$$P_t = 6662.138 \text{ W}$$

$$P_t = 8.88 \text{ HP}$$

P = Potencia Real

$$P = P_t / \text{eficiencia}$$

Ecuación 4.7 Fórmula potencia real

$$P = 6626. / 0.85$$

$$P = 29676 \text{ W}$$

$$P = 10.45 \text{ HP}$$

4.1.11. RESERVA EXCLUSIVA PARA INCENDIOS

Para establecer la reserva exclusiva de agua para el sistema hidráulico de incendios, se toma como dato fundamental el caudal máximo probable y el tiempo mínimo de abastecimiento.

$$\text{Caudal por rociador} = 5.6 \text{ gpm}$$

$$\text{Caudal por rociador} = 21.19 \text{ lt/min}$$

$$\text{Numero de rociadores} = 9 \text{ unidades}$$

$$\text{Caudal total necesario} = 50 \text{ gpm} = 189 \text{ lt/min}$$

$$\text{Caudal total necesario} = 189 \text{ lt/min}$$

$$\text{Reserva de agua necesaria} = 189 \text{ lt/min} \times 60 \text{ min}$$

$$\text{Reserva de agua necesaria} = 11340 \text{ lt}$$

$$\text{Reserva de agua necesaria} = 11.34 \text{ m}^3$$

En consecuencia, se ha determinado un volumen de una cisterna de 11.34 m³, se recomienda construir una cisterna de 14 m³ en caso de una futura expansión de las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda.

Es importante tomar en cuenta y señalar que la cisterna es independiente de la del agua potable.

4.1.12. DETERMINACIÓN DE LA ALTURA DINÁMICA TOTAL TDH

El caudal de las bombas, ha sido determinado a partir del consumo máximo probable de agua fría, el cual de acuerdo a los cálculos determina lo siguiente, la longitud equivalente de la tubería está comprendida por la longitud de la tubería lineal y la longitud equivalente de los accesorios que participan en la línea de suministro de agua como se muestra en la tabla 4.5.

L = longitud de tubería lineal = 40 metros

Accesorios Sistema hídrico:

Tabla 4.5 Cantidad accesorios sistema hídrico

Accesorio en Pulgadas	Cantidad	Σhf (ft)
Codo 90° x 3"	4	0.25
Válvula mariposa 3"	1	2.3
Tee cruz 3"	1	5
Tee cruz 1"	6	1
Válvula check 3"	1	2.3
Suma accesorios en línea	13	10.45

4.1.13. CÁLCULO DE LA ALTURA DINÁMICA TOTAL

Aplicando la fórmula de altura dinámica total

$$TDH = Z_o + Pr + \Sigma hf + V^2 / 2g$$

Ecuación 4.8 Fórmula altura dinámica total

TDH = Altura dinámica total.

Zo = Altura geométrica desde el punto más bajo del sistema hasta el punto crítico.

Zo = 0.00 m.

Pr = Presión residual (Presión requerida en el aparato crítico)

Pr = 40 m.

Σhf = Suma de todas las pérdidas en el circuito.

Σhf = 10.47 ft

Σhf : 3.3 m

Pérdida en accesorios = 3.30 m

Pérdida total = 3.30 m.

$V^2/2g$ = Carga de Velocidad

$V^2/2g$ = Valor no considerable

$V^2/2g$ = 0

TDH = 40 + 3.30 m

TDH = 43.30 m

4.1.14. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA BOMBA DE INCENDIOS

Los sistemas de bombeo contra incendios deben ser automáticos, ensamblados, alambrados e interconectados íntegramente.

El sistema de bombeo debe estar conectado al panel principal de detección automática de incendios para que la señal emitida por el mismo permita a un temporizador activar o no a las bombas.

El equipo completo será fabricado de acuerdo a las recomendaciones de las

normas de la National Fire Protection Association (NFPA) y el Registro oficial del ministerio de inclusión, se utilizará un sistema de bombeo de tipo local el cual no tiene restricción técnica por parte del Cuerpo de Bomberos.

El alto costo de sistema de bombeo bajo normas NFPA tendría un impacto económico muy fuerte sobre el proyecto y por ello la razón de realizar interpretaciones a las normativas americanas.

El equipo podrá ser operado en forma totalmente automática o en forma manual según se requiera.

El sistema de bombeo estará compuesto de los siguientes elementos básicos:

- Una bomba jockey, también conocida como bomba de maniobra, con su tablero de control.
- Una bomba contra incendio accionado por un motor eléctrico trifásico y su respectivo tablero de control.
- Tuberías de interconexión, válvulas de pie, check y paso para la conexión completa del sistema.

4.1.15. SELECCIÓN DE LA BOMBA

Usaremos una bomba de tipo centrifuga, con carcasa dividida horizontalmente.

Esta deberá seleccionarse para funcionar al 150% de la capacidad nominal y deberá tener una de las capacidades nominales que se muestran en la tabla 4.6.

La tabla 4.6, detalla los caudales y presiones que manejan las bombas centrifugas de carcasa dividida horizontal.

De la tabla 4.7, se selecciona la bomba que tenga un caudal de 250 Gpm.

Tabla 4.6 Capacidades de bombas centrifugas

gpm	lt/Min	gpm	lt/min
25	95	1000	3785
50	189	1250	4731
100	379	1500	5677
150	568	2000	7570
200	757	2500	9462
250	946	3000	11355
300	1136	3500	13247
400	1514	4000	15140

Fuente: (NFPA 20, 2007)

Tabla 4.7 Valores de bombas carcasa dividida

CAPACIDAD NOMINAL	IMPULSIÓN NOMINAL
gpm	PSI
250	40 - 167
500	40 - 278
750	40 - 266
1000	40 - 244
1250	43 - 236
1500	40 - 228
2000	53 - 210

Fuente: (NFPA 20, 2007)

La bomba seleccionada se maneja en un rango de presión 40 – 167 psi.

4.1.16. BOMBA JOCKEY

La bomba Jockey se utilizan para mantener la presión del sistema evitando que trabajen las bombas principales para reponer las pequeñas fugas. Su

capacidad variara entre el 1% y el 5% con respecto a la capacidad de la bomba principal.

4.1.17. ELECCIÓN DE LA BOMBA SISTEMA CONTRA INCENDIOS

Para cotizar las bombas se enviará únicamente los parámetros de Caudal (Q_t) y Altura (TDH). Como se ha podido observar, las características técnicas de los equipos de bombeo existentes cumplen los requerimientos hidráulicos demandados para el sistema combinado de rociadores y gabinetes mismos que han sido desarrollo en la presente memoria de cálculos, razón por la cual apegados a la Carta de Certificación del Proveedor de los Equipos y conjuntamente con el oficio de aprobación del Cuerpo de Bomberos de Quito, el Departamento de Proyectos de Infraestructura Civil no ve la necesidad de cambiar los equipos de bombeo.

- a) Altura dinámica total

$$TDH = 43.30 \text{ m}$$

- b) Caudal total del sistemas combinado de gabinetes y rociadores

$$Q_t = 250 \text{ Gpm}$$

$$Q_t = 16 \text{ Lt/min.}$$

4.1.18. PANELES DE CONTROL

El sistema tendrá un panel de control completamente nuevo de fábrica de acuerdo a las necesidades del sistema. Es panel activará y desactivará las bombas automáticamente, también incluye un mando pulsador para evitar falsas alarmas, esto se implementa debido a que un incendio pequeño se lo puede controlar de manera manual por el personal de seguridad de la empresa previamente capacitado.

4.1.19. ENSAMBLAJE

Las bombas y sus tableros de control vendrán completamente ensambladas

en fábrica. Las bombas dispondrán de una base estructural para brindar soporte al sistema, la misma que será colocada con pernos al piso de concreto.

4.1.20. FUNCIONAMIENTO

La bomba jockey mantendrá la presión en condiciones normales sobre la red del sistema de incendios. La presión deseada es seleccionada en el tablero de control de la bomba jockey.

En caso de emergencia, cuando se activan los gabinetes de incendio o al ocurrir una fuga en la red, el tablero de la bomba jockey cesa la caída de presión dando la orden de arranque a la bomba la misma que tratará de restituir la presión del sistema.

Si la presión del sistema se repone la bomba jockey se desconecta, caso contrario en caso de persistir las condiciones de baja presión, un temporizador, que forma parte del tablero de control de la misma bomba dará la orden de arranque al equipo principal. La bomba principal trabajará hasta que esta sea apagada manualmente o automáticamente. Se incluye un pulsador de emergencia en caso de falsas alarmas o si el incendio pudo ser controlado manualmente y se necesite que el sistema se apague.

4.2. DISEÑO DEL SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL CONTROL DE INCENDIOS POR DETECCIÓN Y ALARMA EN LAS BODEGAS DE LA EMPRESA FEDERICK STORE CIA. LTDA.

Según el área de las bodegas se implementa un sistema automático de control, detección y alarma de incendio.

4.2.1. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

En las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda., con un área de 89 metros cuadrados es necesario implementar un sistema de control para la

detección y alarma de un incendio, para este caso se necesita según el registro oficial un sistema automático de detección y alarma de incendio debe tener un tablero de control principal, fuente de alimentación eléctrica con respaldo, detectores de humo, estaciones manuales, difusores de sonido, difusores visuales y un sistema de comunicación. De esta manera se reduce drásticamente el riesgo de un incendio en las bodegas.

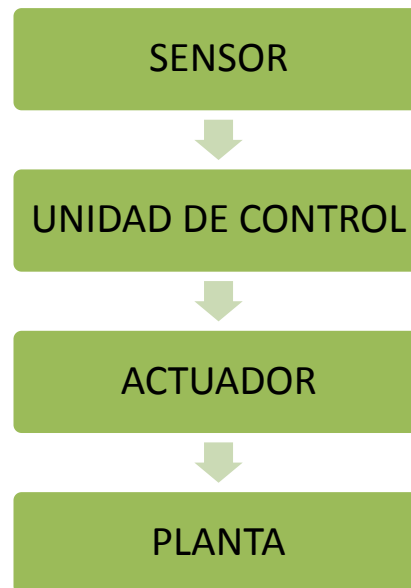


Figura 4.5 Diagrama de la arquitectura del sistema de control en su modo de operación

4.2.2. SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO, DETECCIÓN Y ALARMA

Según indica el Registro Oficial el sistema de control para la detección y alarma de incendio debe ser capaz de reflejar la zona afectada, también debe tener la conectividad para colocar señales ópticas y acústicas. Para el sistema de control electrónico automático se va a utilizar una central contra híbrida contra incendios GE-Interlogix NX-8 la cual cumple la función de la unidad de control, esta central brinda una gran ventaja al momento de conectar elementos contra incendios, teniendo en el panel de control 8 entradas expandibles a 48 dependiendo de la necesidad.

Se puede conectar varios elementos de notificación remota como teclados, permite programar varios códigos de usuario brindando mayor control a los operarios, conexión directa a línea telefónica para notificación de eventos, tiene la opción agregando un módulo adicional de ser controlada remotamente.

Gracias a la tecnología de la central NX-8, se puede administrar de manera óptima los detectores de humo y estaciones manuales, si se necesita colocar más elementos se utiliza tarjetas de expansión las cuales se conectan directamente al panel principal.

La tarjeta electrónica de la central contra incendios GE-Interlogix NX-8 ofrece grandes facilidades de programación y de conexión.

Facilidades de conexión como:

- a) Mediante la conexión a la salida FIRE de la central NX-8 permite restablecer de manera automática de los detectores de humo, esto es necesario al momento de presentarse una eventualidad y sea falsa alarma no se tenga que hacerlo manualmente en cada detector, al contrario la central lo hace de manera automática.
- b) Conexión directa a una línea telefónica para comunicarse con los Bomberos o simplemente notificar a los encargados de seguridad.
- c) Permite conectar elementos análogos alámbricos e inalámbricos al mismo tiempo gracias a su tecnología híbrida sin necesidad de módulos externos, esto facilita al instalador en tiempo y dinero,
- d) Tiene 4 salidas programables las cuales se las puede utilizar de varias formas como para aplicaciones de domótica, apertura o cerradura de puertas de manera automática, activación y desactivación de diferentes elementos electrónicos como por ejemplo se puede controlar mediante un circuito adicional y relés un sistema de bombas para el control de incendios a base de agua.

- e) Se puede conectar varios teclados se puede verificar el estado del sistema, activar o desactivar elementos, así como también brindar o eliminar permisos a diferentes usuarios.

Facilidades de programación:

- a) La central GE-Interlogix NX-8 ofrece una amplia gama de comandos predefinidos para la programación de los diferentes elementos conectados, con una interfaz amigable por medio del teclado de visualización se puede programar rápidamente la central.
- b) Tiene una gran cantidad de opciones para identificar el tipo de elemento a ser conectado.
- c) Las salidas programables pueden ser utilizadas y programadas para diferentes aplicaciones dependiendo de la necesidad que se tenga, como por ejemplo la activación de un motor o una bomba mediante relés.
- d) Mediante programación se puede crear diferentes particiones independientes es decir que con una sola central se pueden crear diferentes subsistemas independientes que funcionen con su propio teclado.
- e) Se puede programar teclas rápidas de comunicación en el teclado para bomberos, policía y emergencias.

La central de control automatizada contra incendios GE-Interlogix NX-8 como se muestra en la figura 4.6 además cumple con lo establecido por el Registro Oficial del Ministerio de Inclusión Económica y Social, que dice todo sistema de detección y alarma de incendios debe estar compuesta por:

- a) Central de detección y alarma, donde se reflejará la zona afectada, provista de señales ópticas y acústicas (para cada una de las zonas que se proyecten), capaces de transmitir la activación de cualquier componente de la instalación;

- b) Si no está permanentemente vigilada debe situarse en zona calificada como sector de riesgo nulo y transmitir una alarma audible a la totalidad del edificio o actividad;
- c) Los puestos de control de los sistemas fijos contra incendios deben estar conectados con la central de detección y alarma cuando esta exista;
- d) Detectores que deben ser del tipo que se precise en cada caso, pero que deben estar certificados por organismo oficialmente reconocido para ello;
- e) Fuente secundaria de suministro de energía eléctrica que garantice al menos 24 horas en estado de vigilancia más treinta minutos (30 min.) en estado de alarma. Esta fuente secundaria puede ser específica para esta instalación o común con otras de protección contra incendios; y,
- f) Cuando una instalación de pulsadores de alarma de incendios esté conectada a la central de detección y alarma, esta debe permitir diferenciar la procedencia de la señal de ambas instalaciones.

La unidad de control GE-Interlogix NX-8 incluye un teclado alfanumérico para la como se muestra en la figura 4.7 tiene una interfaz amigable con el usuario de igual manera viene con una pantalla LCD de 2 líneas y 32 caracteres, con luz de fondo y teclas iluminadas, permite visualizar el estado del Sistema, eventos recientes de notificación y alarma, fecha y hora, 3 teclas de función prorgamables. Tiene un bajo consumo con solamente 75 mA.



Figura 4.6 Panel de control automatizado híbrido contra incendios GE-Interlogix NX-8

Fuente: (<http://www.interlogix.com/>, 2015)

Tabla 4.8 Especificaciones técnicas panel de control automatizado híbrido contra incendios GE-Interlogix NX-8

Descripción	NX-8
Zonas cableadas estándar	8
Máximo zonas cableadas	48
Máximo zonas inalámbricas	48
Particiones	8
Salida de Sirena	2 Tonos
Voltaje de funcionamiento	16.5 VAC, 40 VA
Temperatura de funcionamiento	0 °C a 49 °C
Dimensiones (pulgadas)	11.3x11,3x3.5
Salida Auxiliar (amperios)	1

Fuente: (<http://www.interlogix.com/>, 2015)



Figura 4.7 Teclado alfanumérico NE-148E-RF

Fuente: (<http://www.interlogix.com/>, 2015)

4.2.3. DETECTOR DE HUMO GE-INTERLOGIX 741UT

Los detectores de humo deben cumplir con lo indicado en el Registro Oficial que es detectar las cantidades anormales de humo que se pueden producir y de brindar una rápida comunicación hacia el panel principal. En este caso se utilizará el detector de humo GE-Interlogix 741UT como se muestra en la figura 4.8, brindan una gran fidelidad en detección de humo, la marca GE-Interlogix es una marca reconocida a nivel mundial debido a su soporte técnico, equipos de gran calidad y durabilidad. Los detectores de humo GE-Interlogix 741UT incorporan un diseño innovador en su cámara de humo con características que ayudan a reducir las falsas alarmas y proporcionar una detección de humo más fiable.

Los detectores de humo GE-Interlogix 741UT tienen las siguientes características:

- a) Compensación automática
- b) Auto-diagnóstico

- c) Fácil mantenimiento
- d) Fácil instalación con base independiente
- e) Diseño moderno y elegante
- f) Consumo de corriente en modo de alarma 50 mA máximo
- g) Certificación UL / ULC para aplicaciones comerciales y residenciales

Cuando el polvo se acumula en la cámara de humo este detector automáticamente de auto compensa generando un nuevo nivel de sensibilidad para la detección de humo, logrando de esta manera que no se generen falsas alarmas por la acumulación de polvo en el detector de humo.

Los detectores de humo GE-Interlogix 741UT utilizan la tecnología fotoeléctrica para la detección de humo esta tecnología funciona el humo ingresa a la cámara del detector y este bloquea u oscurece el medio en el cual se propaga un haz de luz dentro de la cámara de humo. También puede dispersar la luz cuando ésta se refleja y refracta en las partículas de humo.



Figura 4.8 Detector de humo GE-Interlogix 741UT

Fuente: (<http://www.interlogix.com/>, 2015)

4.2.4. ESTACIÓN MANUAL

Las estaciones manuales están diseñadas para ser activadas en caso de un incendio, las que se va a utilizar en las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda., son estaciones manuales en forma de palanca como se

muestra en la figura 4.9, este tipo de estación manual es más segura que las de tipo botón debido a que se requiere una presión mayor para ser activada y de esta manera se evita falsas alarmas.

El funcionamiento de la estación manual es muy sencillo debido a que funciona como un contacto normalmente abierto o normalmente cerrado dependiendo del tipo de conexión que se necesite.

La conexión de la estación manual se la realiza como un elemento análogo es decir que sus cables el normalmente abierto y el común se conectan directamente a una zona del panel de control contra incendios MAXSYS.

La estación manual MIRCOS MS-401U análoga cumple con las siguientes características:

- a) Construcción robusta de aluminio
- b) Diseño atractivo y de bajo perfil
- c) Montaje estándar
- d) Contacto normalmente abierto
- e) Certificación UL / ULC, MEA



Figura 4.9 Estación manual tipo palanca

4.2.5. LUZ ESTROBOSCÓPICA CON SIRENA

Es un elemento visual y auditivo que permite mediante la luz estroboscópica la visualización de salidas de emergencia y mediante la sirena indica al personal que se inició un incendio por medio del sonido característico del dispositivo. Existen varios tipos de luces estroboscópicas con sirena, en el diseño del sistema contraincendios para las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda., se colocará la luz estroboscópica con sirena de la marca MIRCOM modelo FHS-340R como se muestra en la figura 4.10.

La luz estroboscópica con sirena es un elemento análogo el cual va conectado a la salida de la unidad de control.



Figura 4.10 Luz estroboscópica con sirena

El consumo de corriente de la sirena dependerá de la configuración que tenga, el amperaje de la sirena va desde los 7 mA hasta los 151 mA.

4.2.6. CONSUMO DE CORRIENTE DE DISPOSITIVOS

Para la conexión de los dispositivos se debe considerar el consumo de corriente de cada uno para poder conectar al panel de control híbrido contraincendios GE-Interlogix NX-8. Los detectores de humo consumen como máximo 50 mA en modo de alarma, por lo que en el diseño del circuito cerrado contra incendios se va a utilizar 7 detectores de humo direccionables.

El panel GE-Interlogix NX-8 cuyas características indican el punto FIRE en el cual se van a conectar los detectores de humo genera una corriente de 1000 mA por lo que los 300 mA de los 7 detectores de humo GE-Interlogix 741UT a ser conectados, funcionarán en óptimas condiciones en el panel de control híbrido contra incendios GE-Interlogix NX-8. Los elementos visuales como las luces estroboscópicas con sirena a ser conectados son 2, el consumo individual de corriente de la luz estroboscópica es de 152 mA y de la sirena es de 30 mA, la totalidad de consumo por los dos elementos será de 374 mA. El total del consumo de las luces estroboscópicas con sirena no provocará ningún inconveniente al panel de control híbrido contra incendios GE-Interlogix NX-8 porque la salida para sirena del panel genera 1000 mA.

4.3. IMPLEMENTACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA CONTRA INCENDIOS

Se presenta el diagrama de bloques ya con la selección de los elementos que se deben utilizar en el desarrollo del sistema de detección y alarma como se muestra en la figura 4.11.



Figura 4.11 Diagrama de la arquitectura del sistema con sus componentes específicos en su modo de operación

Los parámetros necesarios para la colocación del sistema de control para la detección y alarma contra incendios se basan principalmente en el área en la cual se desea implementar el sistema. En el caso de las bodegas de Federick Store Cia. Ltda., el área de trabajo es de 110 metros cuadrados, cada elemento debe ser colocado de acuerdo estratégicamente para optimizar su uso y funcionamiento.

En el caso de los detectores de humo su área de operación es en un promedio de 8 a 9 metros cuadrados, esto depende de la altura a la cual se lo coloque debido a que la altura máxima permitida para la instalación de un detector de humo es de 12 metros, cuando sobrepasa la altura de 12 metros ya se deben utilizar otro tipo de elementos de detección. Se debe considerar también que ningún objeto pueda obstruir al detector de humo, los detectores de humo deben estar completamente limpios y sin golpes previo a la instalación porque puede afectar a su correcto funcionamiento.

Las estaciones manuales deben ser colocadas en lugares visibles y de fácil acceso, generalmente se las coloca junto a las salidas de emergencia o en lugares de fácil acceso, su instalación debe ser mínimo a 1.10 metros de altura y máximo a 1.37 metros de altura por encima del nivel del piso.

La correcta instalación de luces estroboscópicas con sirena es primordial debido a que de esta manera se genera una alarma visual y auditiva que permite guiar a las personas por la ruta de evacuación de manera rápida y efectiva, en el caso de las bodegas de Federick Store Cia. Ltda., deben ser colocadas en las dos salidas, mínimo a 2.3 metros y máximo a 2.4 metros por encima del nivel del piso.

El panel de control híbrido automático contra incendios GE-Interlogix NX-8 debe ser colocada en un lugar de fácil acceso y visualización, así mismo el teclado del panel contra incendios debe colocarse un lugar visible y de fácil acceso, es fundamental que esté al alcance de los operarios para visualizar cualquier tipo de eventualidad y brindar una rápida reacción en caso de ser necesario. El cable a ser utilizado para la conexión de los elementos como

detectores de humo, estaciones manuales y sirenas, en la central GE-Interlogix NX-8 debe ser cable anti flama el cual es sumamente resistente al calor y a la corrosión.

Para la protección del cableado se utiliza tubería galvanizada la cual se acopla mediante cajetines metálicos para la instalación de los elementos.

El diseño y la ubicación del sistema control deben estar claramente identificado en un diagrama como se muestra en la figura 4.12 y tabla 4.9.

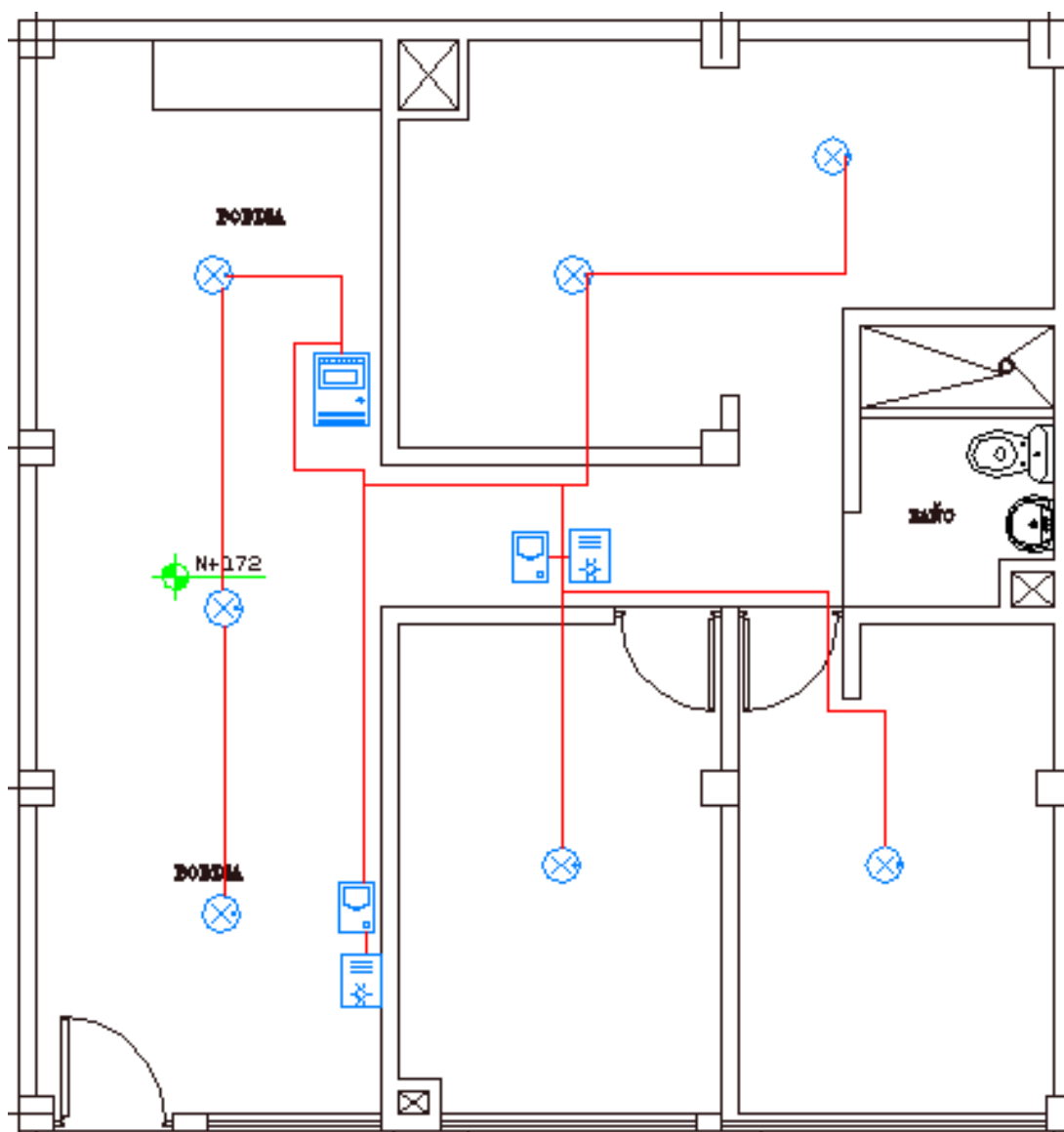



Figura 4.12 Ubicación de los componentes del sistema de detección y alarma contra incendios

Tabla 4.9 Simbología del diagrama de instalación

SIMBOLOGÍA	
	Panel de control, detección y alarma contra GE-Interlogix NX-8 y Teclado
	Cableado y Tubería
	Luz estroboscópica con sirena
	Estación Manual
	Detector de Humo Direccional

4.3.1. EMPLAZAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO, DETECCIÓN Y ALARMA CONTRA INCENDIOS EN LAS BODEGAS DE LA EMPRESA FEDERICK STORE CIA. LTDA.

La implementación se la ejecuta en las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda. La conexión del sistema debe iniciar con la ubicación de los cada elemento, una vez establecido los elementos y su lugar de colocación se procede a diseñar y emplazar las tuberías por las cuales ingresará el cableado de todos los equipos, es muy importante tomar en cuenta que el diseño y el emplazamiento de la tubería debe estar perfectamente ilustrado en los planos para futuros mantenimientos.

El emplazamiento de los elementos como la estación manual debe ser colocada en un cajetín estándar, de esta manera las conexiones se colocan dentro del cajetín y la estación manual encaja perfectamente en el mismo como se muestra en la figura 4.13.

Concluida la conexión la cual debe incluir una resistencia de fin de línea contra sabotajes, queda firmemente sujeta a un cajetín metálico como se muestra en la figura 4.15.



Figura 4.13 Conexión estación manual MIRCOM



Figura 4.14 Estación manual MIRCOM instalada

Los detectores de humo 741-UT de Interlogix operan con una conexión de contacto normalmente abierto, con la presencia de humo en la recámara del detector el contacto se cierra y emite la señal para la

activación de la central, su conexión se la puede observar en la figura 4.15.



Figura 4.15 Conexión detector de humo 741-UT

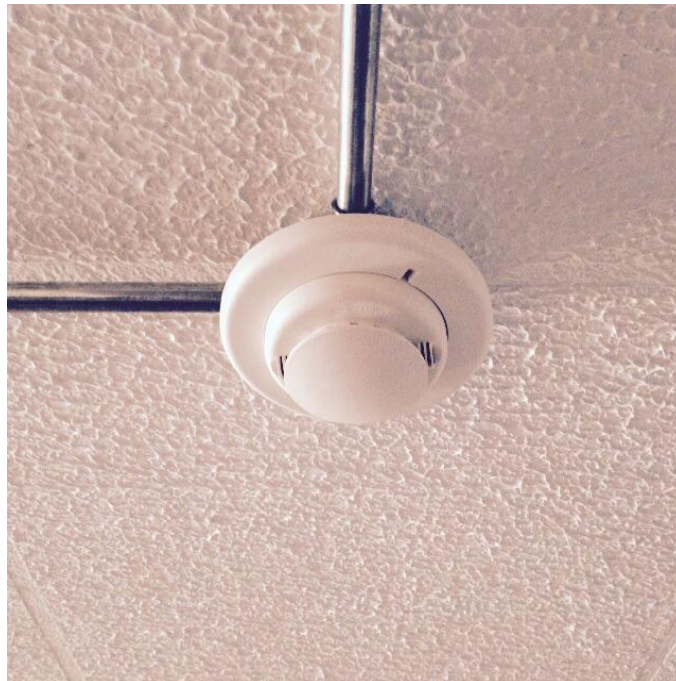


Figura 4.16 Detector de humo 741-UT instalado

Los detectores de humo 741-UT se acoplan de manera fácil a un cajetín metálico estándar, si cableado se encuentra dentro de tubería EMT de 1/2 pulgada como se muestra en la figura 4.16.

El panel de control híbrido automático contra incendios GE-Interlogix NX-8, es la unidad central de control, la cual se encarga de codificar todas las señales de entrada provenientes de los sensores automáticos como detectores de humo y de las estaciones manuales.

En la conexión de la central se debe incluir una batería de respaldo en caso de un corte de energía como se muestra en la figura 4.17.

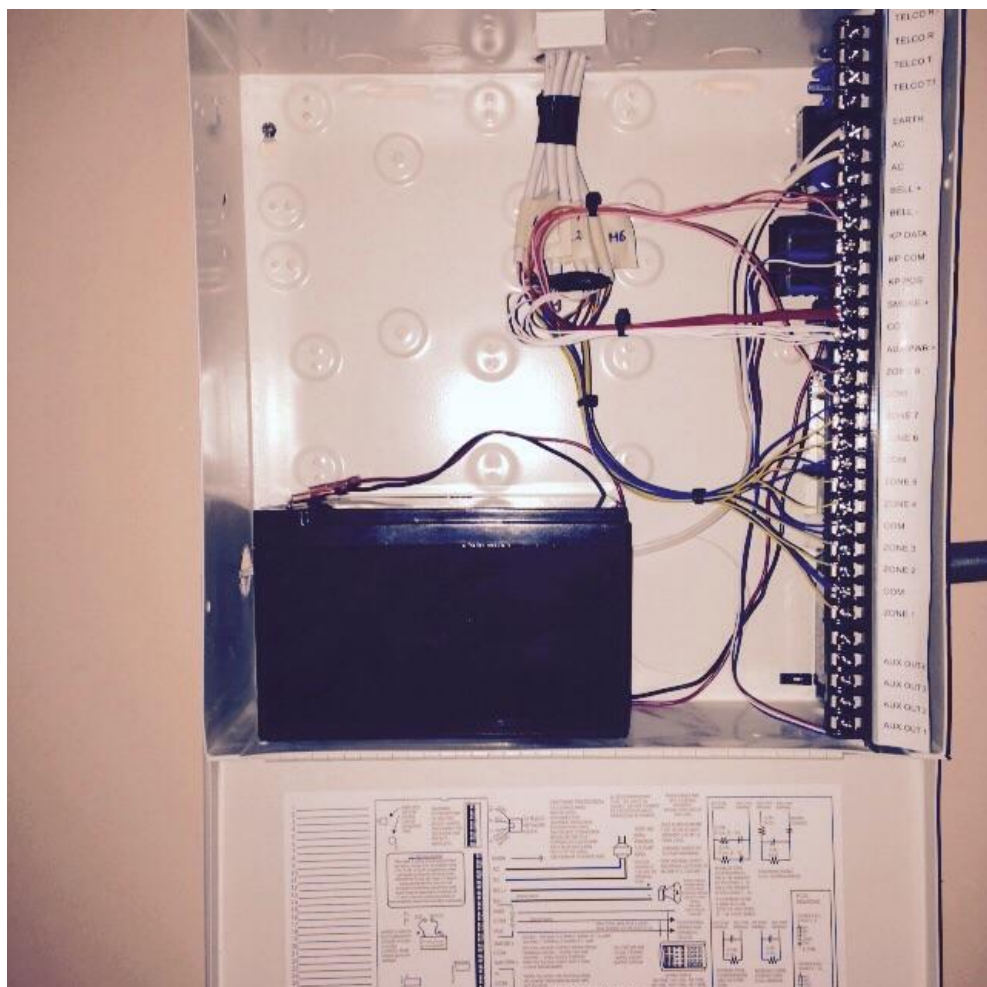


Figura 4.17 Conexión unidad central GE-Interlogix NX-8

En conjunto con la unidad central GE-Interlogix NX-8 trabaja un anunciador electrónico o teclado alfanumérico como se muestra en la figura 4.18, el cual indica el estado de la unidad central y permite ingresar los datos correspondientes para activar o desactivar la central cuando sea necesario.

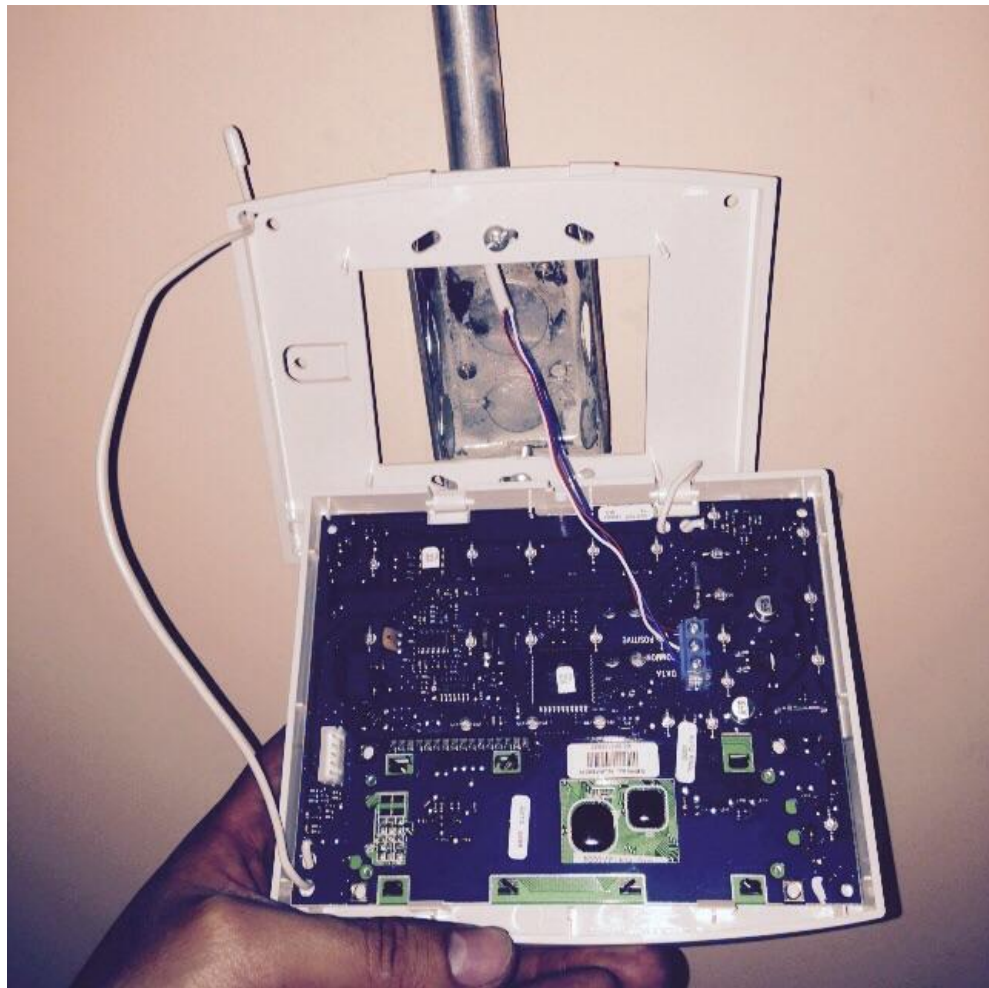


Figura 4.18 Conexión teclado alfanumérico NE-148E-RF

La instalación de la unidad de central y el teclado se la debe realizar en un lugar de fácil acceso para futuros mantenimientos y ampliaciones en caso de ser necesario, de igual manera el teclado del panel principal se lo debe colocar en un cajetín estándar para que sus conexiones queden protegidas por el mismo y este encaje perfectamente, como se muestra en la figura 4.19.

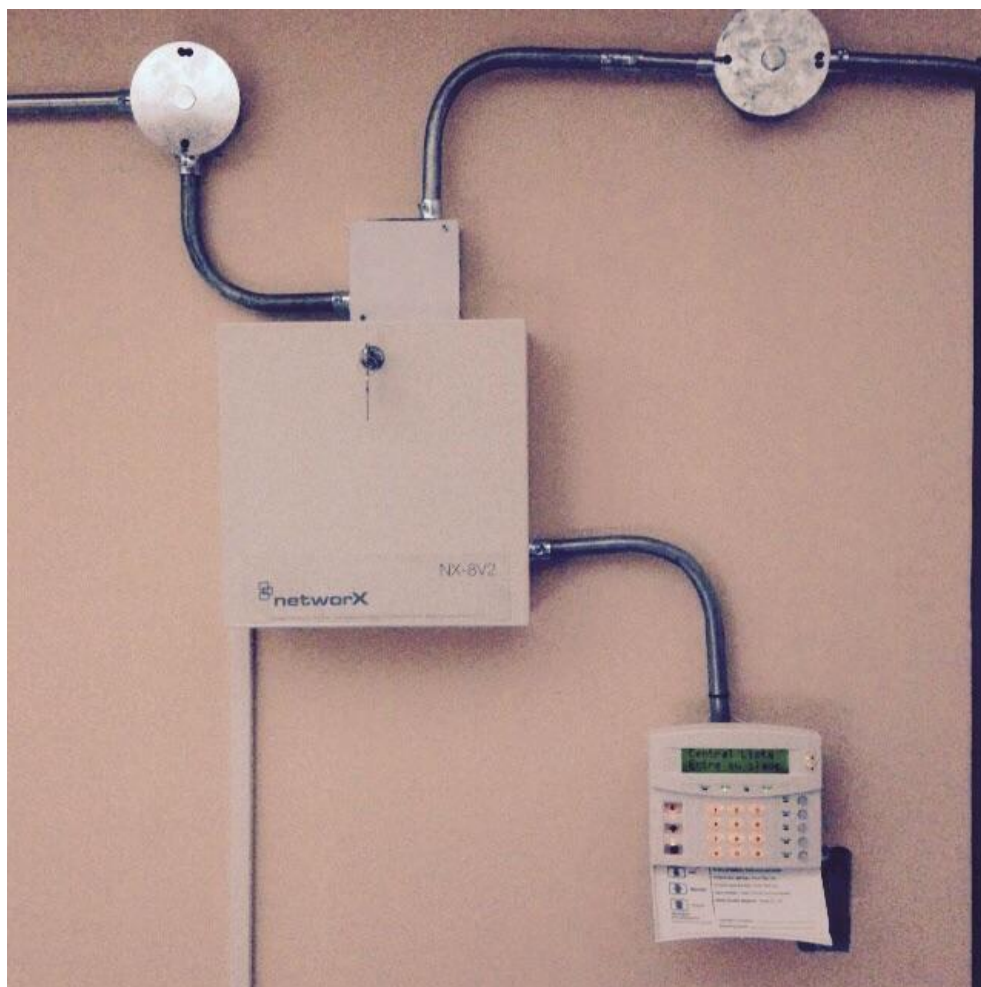


Figura 4.19 Instalación unidad central GE-Interlogix NX-8 y teclado alfanumérico NE-148E-RF

Para que la instalación este completa se necesita de elementos que emitan una señal audible o visual para que de alerta en el caso de activación de la unidad central GE-Interlogix NX-8. Su conexión se la realiza sobre un cajetín metálico estándar como se muestra en la figura 4.20.

La luz estroboscópica con sirena debe estar completamente visible para que permita una fácil y rápida evacuación del lugar, se la instala en un cajetín metálico estándar y su cableado va dentro de tubería EMT de 1/2 pulgada como se muestra en la figura 4.21. La luz estroboscópica con sirena se activa al momento de activarse la unidad central de control NX-8.

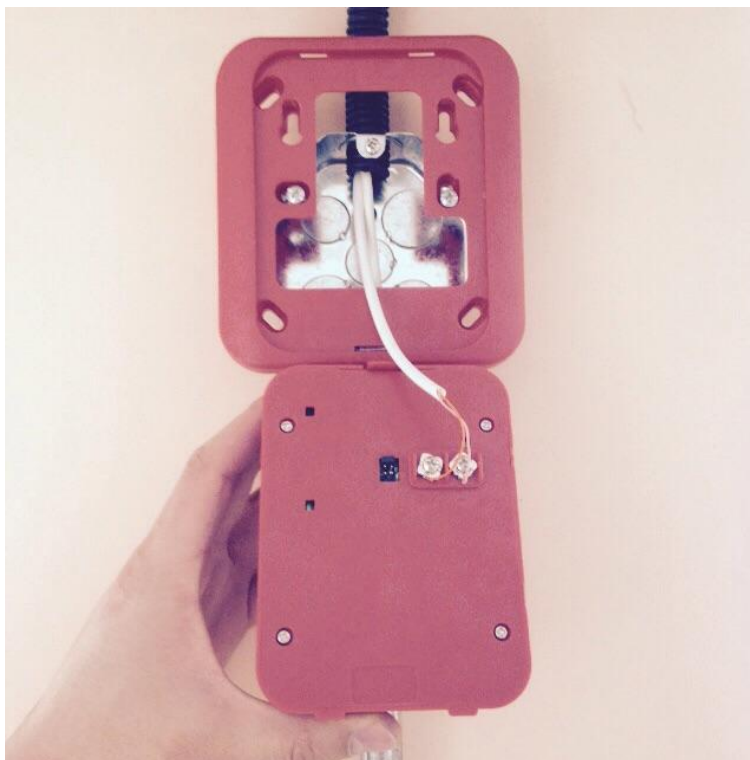


Figura 4.20 Conexión luz estroboscópica con sirena



Figura 4.21 Instalación luz estroboscópica con sirena

Para culminar se debe implementar de manera visible extintores manuales y luces de emergencia en caso de un corte de electricidad como se muestra en la figura 4.22 y 4.23.



Figura 4.22 Extintor manual

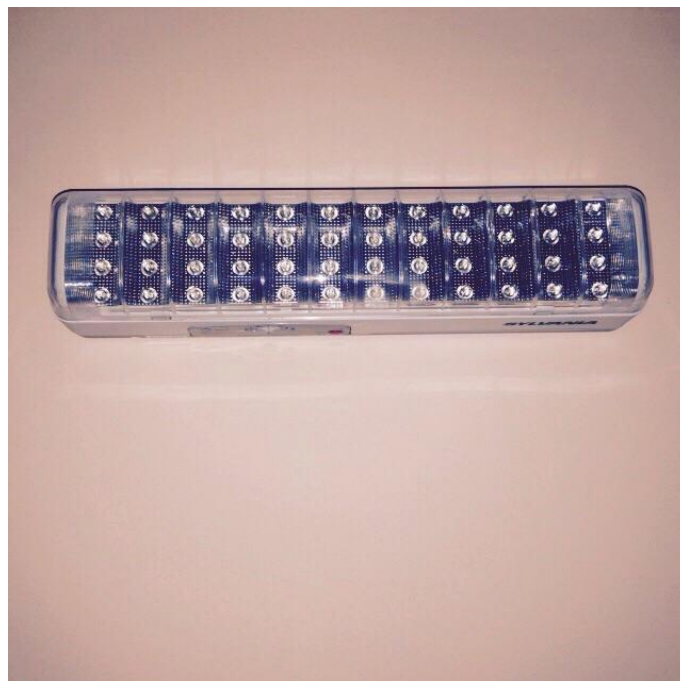


Figura 4.23 Luz de emergencia con tecnología led

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con la implementación del sistema de detección y alarma contra incendios, utilizando la central GE Interlogix NX-8, el factor de riesgo en las bodegas se reduce a niveles muy buenos y superando las expectativas de la empresa.

Mediante una comparación de datos de la evaluación del método Meseri inicial en conjunto con los datos obtenidos luego de la implementación del sistema de detección y alarma, se determina la eficiencia del sistema en relación a la mitigación del riesgo de incendio.

La unidad central GE-Interlogix NX-8, se activa manualmente o de manera automática; manualmente cuando la estación manual es activada por el personal que labora en las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda.

Una vez activada la estación manual esta envía una señal a la unidad central para emitir una señal visual y auditiva, en este caso se activa la luz estroboscópica con sirena, permitiendo al personal pertinente evacuar o tomar las medidas adecuadas para identificar y mitigar el posible conato de incendio.

Funciona de manera automática cuando ingresa humo a las cámaras de los sensores en este caso los detectores de humo fotoeléctricos, los mismos emiten una señal y activa la unidad central NX-8, alertando al personal y si este no se encuentra emita una señal mediante línea telefónica a la estación de bomberos más cercana para que actúen de manera inmediata.

De igual manera el diseño de una red hídrica es muy importante en la empresa Federick Store Cia. Ltda., pretende implementar el sistema a futuro y con esto el riesgo se reduce aún más debido a que es una eficaz medida de prevención.

Se capacitó de igual manera al personal encargado de la bodega con temas de prevención de incendios, manejo de extintores portátiles y del manejo básico de la unidad central GE-Interlogix NX-8.

5.1. RESULTADOS DEL MÉTODO MESERI APLICADO A LAS BODEGAS DE LA EMPRESA FEDERICK STORE CIA. LTDA.

Tabla 5.1 Resultado evaluación método MESERI (Parte 1)

	Factores X	Coeficiente	Puntuación Inicial	Puntuación Final
CONSTRUCCIÓN	Número de Pisos			
	1 ó 2	3		
	3, 4 ó 5	2	3	3
	6, 7, 8 ó 9	1		
	10 ó más	0		
	Superficie			
	de 0 a 500 m ²	5		
	de 501 a 1500 m ²	4		
	de 1501 a 2500 m ²	3	6	6
	de 2501 a 3500 m ²	2		
de 3501 a 4500 m ²	1			
más de 4500 m ²	0			
Resistencia al fuego				
Resistente al fuego	10			
No combustible	5	10	10	
Combustible	0			
Falsos techos				
Sin falsos techos	5			
Con falso techo incombustible	3	5	5	
Con falso techo combustible	0			

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

Tabla 5.2 Resultado evaluación método MESERI (Parte 2)

FACTORES DE SITUACIÓN	Factores X	Coeficiente	Puntuación Inicial	Puntuación Final
	Distancia de los bomberos	Menor de 5 km	10	10
Entre 5 y 10 km		8		
Entre 10 y 15 km		6		
Entre 15 y 25 km		2		
Más de 25 km		0		
Accesibilidad al edificio	Buena	5	3	3
	Media	3		
	Mala	1		
	Muy mala	0		

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

En los factores X de situación y de construcción no se puede realizar ningún cambio porque se acepta el factor de riesgo debido a q no se puede modificar el número de pisos, la superficie, la resistencia al fuego, los falsos techos, la distancia de los bomberos y la accesibilidad de las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda.

En los factores X de procesos si se mejora la puntuación debido a que el peligro de activación se reduce al momento de corregir imperfecciones en conexiones eléctricas como cables sueltos y si aislantes.

En la combustibilidad no se puede modificar los materiales de los productos y componentes de las bodegas y esto se mantiene con la misma valoración.

Tabla 5.3 Resultado evaluación método MESERI (Parte 3)

	Factores X	Coeficiente	Puntuación Inicial	Puntuación Final
PROCESOS	Peligro de activación			
	Bajo	10	5	10
	Medio	5		
	Alto	0		
	Carga de fuego			
	Baja	10	0	0
	Media	5		
	Alta	0		
	Combustibilidad			
	Baja	5	0	0
	Media	3		
	Alta	0		
	Orden y limpieza			
	Bajo	0	0	10
	Medio	5		
	Alto	10		
	Almacenamiento en altura			
	Menor de 2 m	3	2	3
Entre 2 y 4 m	2			
más de 6 m	0			

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

Con el proceso de orden y limpieza como el almacenamiento en altura si se mejora su valoración debido a que el personal está capacitado con temas de limpieza y organización para que los productos almacenados no superen los 2 metros de altura y de igual manera los desechos generados en las bodegas sean almacenados en sus respectivos recipientes.

Tabla 5.4 Resultado evaluación método MESERI (Parte 4)

	Factores X	Coefficiente	Puntuación Inicial	Puntuación Final
USD/m²	Factor de concentración			
	Menor de 5000 USD/m ²	3		
	Ente 5000 a 10000 USD/m ²	2	0	0
	Mayor de 10000 USD/m ²	0		
PROPAGABILIDAD	Vertical			
	Baja	5		
	Media	3	3	3
	Alta	0		
	Horizontal			
	Baja	5		
Media	3	3	3	
Alta	0			

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

Los factores de concentración, la propagabilidad vertical y horizontal no cambian su valoración debido a que son factores propios de las bodegas y no pueden ser modificados.

Tabla 5.5 Resultado evaluación método MESERI (Parte 5)

	Factores X	Coeficiente	Puntuación Inicial	Puntuación Final
DESTRUCTIBILIDAD	Por calor			
	Baja	10	0	0
	Media	5		
	Alta	0		
	Por humo			
	Baja	10	0	5
Media	5			
Alta	0			
DESTRUCTIBILIDAD	Por corrosión			
	Baja	10	10	10
	Media	5		
	Alta	0		
	Por Agua			
	Baja	10	5	5
Media	5			
Alta	0			
	SUBTOTAL X		63	86

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

La destructibilidad por calor, corrosión y por agua no pueden ser modificados debido a que son factores propios de los materiales almacenados y que constituyen las bodegas. Pero la destructibilidad por humo si puede mitigarse colocando a todos los productos fundas plásticas para evitar el daño por humo.

Tabla 5.6 Resultado evaluación método MESERI (Parte 6)

Factores Y	Sin Vigilancia	Con Vigilancia	Puntuación Inicial	Puntuación Final
Extintores manuales (EXT)	1	2	1	2
Bocas de incendio (BIE)	2	4	No dispone de BIE	4
Hidrantes exteriores (CHE)	2	4	No dispone de CHE	No están implementados por el DMQ
Detectores de humo e incendio (DET)	0	4	No dispone de DET	4
Rociadores automáticos (ROC)	5	8	No dispone de ROC	5
Instalaciones fijas especiales (IFE)	2	4	No dispone de IFE	No se necesitan
SUBTOTAL Y			1	13

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

Los factores Y como los Extintores manuales mejoran su valoración debido a que se implementa una capacitación permanente a los empleados de las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda., para que verifiquen constantemente el estado de los extintores manuales y estén completamente vigilados.

Las bocas de incendio junto a los rociadores automáticos en el diseño presentado permiten mejorar su valoración debido gracias al estudio

efectuado en la presente tesis se recomienda la implementación de los sistemas hídricos para mitigar ampliamente el riesgo de incendio.

Gracias a la implementación y emplazamiento del sistema de control, detección y alarma contra incendios, se reduce en gran medida el riesgo de incendio en las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda., mejorando la valoración en el factor de detectores de humo e incrementando el factor de mitigación del riesgo de incendio.

Tabla 5.7 Resultado evaluación método MESERI (Parte 7)

Brigada interna (B)	Coeficiente	Puntuación Inicial	Puntuación Final
Si existe brigada	1	0	1
No existe brigada	0		
SUBTOTAL B		0	1

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

Se implementará la brigada de incendio en las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda., enviando al personal a capacitarse en técnicas para el control de incendio que brinda periódicamente el cuerpo de bomberos del DMQ.

Después de la capacitación el per estará apto para utilizar extintores manuales, técnicas de evacuación y técnicas de primeros auxilios para mitigar cualquier eventualidad o emergencia que se pueda presentar en las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda.

Tabla 5.8 Resultado evaluación método MESERI (Parte 8)

Fórmula	Resolución	Puntuación Inicial	Puntuación Final
$P = \frac{5X}{129} + \frac{5Y}{26} + B$	$P = \frac{5(86)}{129} + \frac{5(13)}{26} + 1$ $P = 3.33 + 3.5 + 1$ $P = 6.83$	2.83	6.83
TOTAL P		2.83	6.83

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

Con el resultado obtenido mediante la ecuación del método Meseri se compara con el valor de riesgo y se otorga una calificación.

Tabla 5.9 Resultado evaluación método MESERI (Parte 9)

Valor de P	Categoría
0 a 2	Riesgo muy grave
2,1 a 4	Riesgo grave
4,1 a 6	Riesgo medio
6,1 a 8	Riesgo leve
8,1 a 10	Riesgo muy leve

Fuente: (Manual de seguridad contra incendios Editorial MAPFRE, 1997)

Como resultado al análisis, de acuerdo a la interpretación cualitativa el riesgo que se tiene en las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda. Es muy buena y de riesgo leve, debido a la puntuación final obtenida en la resolución del método Meseri la cual es de 6.83, la puntuación final del método Meseri en comparación con la puntuación inicial tiene una holgada variación positiva, superando el valor más alto de la evaluación de riesgo

medio que sería de 6 siendo cercana a la evaluación de riesgo muy leve, superando las expectativas planteadas inicialmente.

Por lo que el riesgo en las bodegas ya no es considerado de peligro, debido a que lo implementado está brindando una respuesta positiva y ha superado las expectativas del presente proyecto y de la empresa Federick Store Cia. Ltda.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El diseño e implementación de un sistema automatizado para el control de incendios en conjunto con una metodología de mitigación de riesgos contra incendios, genera una serie de conclusiones y recomendaciones.

6.1. CONCLUSIONES

- Los objetivos propuestos al inicio del proyecto fueron alcanzados con éxito y en su totalidad.
- El método MESERI permite realizar una evaluación adecuada para una empresa y determinar datos reales de la misma, permitiendo solucionar de manera efectiva riesgos de incendio.
- Una red hídrica para la extinción de un incendio es una manera efectiva de evitar un siniestro mayor que puede provocar pérdidas materiales y en el peor de los casos vidas.
- Un sistema de detección y alarma contra incendios diseñado e implementado de manera adecuada es un método efectivo para mitigar el riesgo de un incendio debido a que permite una rápida respuesta del personal capacitado y del cuerpo de bomberos, también ayuda a que la evacuación se genere sin mayores inconvenientes gracias a sus elementos acústicos y visuales.
- Se puede mitigar efectivamente riesgos de incendio mediante la prevención, capacitando adecuadamente al personal en temas de evacuación y equipos contra incendios.

6.2. RECOMENDACIONES

- Además del sistema diseñado e implementado se recomienda colocar un sistema de respaldo eléctrico con generadores en caso de un corte eléctrico.

- Es muy importante y necesario capacitar al personal que trabaja en las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda., en medidas de prevención y manejo de equipos para el control y extinción de incendios.
- En caso de aumentar el área de protección del sistema de control, detección y alarma contra incendios, el diseño e instalación respectivos, debe ser realizada por personal capacitado.
- El uso de los equipos debe efectuarse solamente por el personal capacitado previamente que labora en las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda., en caso del ingreso de personal nuevo se debe solicitar una capacitación completa para el uso correcto de los equipos.
- Se debe dar mantenimiento de manera periódica al sistema de detección y alarma contra incendios, el mantenimiento debe realizarse una vez al mes debido a la alta concentración de polvo que se genera en las bodegas de la empresa Federick Store Cia. Ltda.
- En el caso de un siniestro se debe asignar responsabilidades y tareas al personal que labora en las bodegas de la empresa Frederick Store Cia. Ltda.

GLOSARIO

NFPA	National Fire Protection Association
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
UL	Underwriters Laboratories
MESERI	Método Simplificado de Evaluación del Riesgo de Incendio
EXT	Extintores manuales
BIE	Bocas de incendio
CHE	Hidrantes exteriores
ROC	Rociadores automáticos
IFE	Instalaciones fijas especiales
GPM	Galones por minuto
PSI	Pounds per Square Inch
TDH	Altura dinámica total
DET	Detectores de humo e incendio

BIBLIOGRAFÍA

- Association., N. F. (2014). *Life Safety Code*. Estados Unidos: NFPA 101. .
- Association., N. F. (2014). *National Electrical Code*. Estados Unidos: NFPA 70.
- Association., N. F. (2013). *National Fire Alarm and Signaling Code*. Estados Unidos: NFPA 72.
- Association., N. F. (2013). *Standar for the installation of private fire service mains and their appurtenances*. Estados Unidos: NFPA 24.
- Association., N. F. (2014). *Standard for Fire Hose Connections*. Estados Unidos: NFPA 1963.
- Association., N. F. (2013). *Standard for Portable Fire Extinguishers*. . Estados Unidos: NFPA 10.
- Association., N. F. (2013). *Standard for the Fire Protection of Information Technology Equipment*. . Estados Unidos: NFPA 75 .
- Association., N. F. (2013). *Standard for the installation of standpipe and hose systems*. Estados Unidos: NFPA 14.
- Association., N. F. (2007). *Standard for the installation of stationary pumps for fire protection*. Estados Unidos: NFPA 20.
- Association., N. F. (2012). *Standard on Clean Fire Extinguishing Systems*. . Estados Unidos: NFPA 2001.
- Bolton, W. (2001). *Mecatrónica: Sistemas de Control electrónico en Ingeniería Mecánica y Eléctrica (Segunda ed.)*. Estados Unidos: Alfaomega.
- Botta, N. (2010). *Los agentes extintores, los halones y agentes limpios*. Red Proteger.
- DEMSA. (2011). *Manual de gases limpios*. Buenos Aires, Argentina. : DEMSA.
- DRAABE. (s.f). *Aire comprimido y agua para una humidificación directa del ambiente, segura y precisa*. . Madrid. .
- Drysdale, D. (2001). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. Barcelona, España: Chantal Dufresne, BA. .
- DSC. (2015, Enero 9). *dsc*. Retrieved from <http://www.dsc.com>

- Eguiluz, E. (2007). *Sistema contra incendios: Uso adecuado de detectores de humo*. Buenos Aires.
- Expower. (2015, Marzo 22). *expower*. Retrieved from <http://www.expower.es>
- Farenheitsystem. (2014, Marzo 10). *farenheitsystem*. Retrieved from <http://www.farenheitsystem.com/>
- Fuego, C. (2015, Enero 5). *codigofuego*. Retrieved from <http://www.codigofuego.com>
- Interlogix. (2015, Abril 8). *interlogix*. Retrieved from <http://www.interlogix.com/>
- MAPFRE., F. (1993). *Diccionario MAPFRE de seguridad integral*. España.
- MAPFRE., F. (1998). *Método simplificado de evaluación del riesgo de incendio MESERI*. España. .
- Maxiseguridad. (9 de Octubre de 2014). *Maxiseguridad*. Obtenido de <http://www.maxiseguridad.com.ar>
- Mircom. (2015, Febrero 16). *mircom*. Retrieved from <http://www.mircom.com>
- Pallás, R. C. (2008). *Sensores y acondicionadores de señal problemas resueltos*. . España: Marcombo. .
- Peña, J. &. (2013). *Análisis comparativo de los principales métodos de evaluación del riesgo de incendio*. Malaga.
- Serna Ruiz, A. R. (2010). *Guía Práctica de Sensores*. . España: Creaciones Copyright. .
- Sierra, E. ((s.f.)). *Detectores de humo. España: NTP 215*. . España: NTP 215. .
- Signal, P. (2014, Agosto 27). *pottersignal*. Retrieved from <http://www.pottersignal.com>
- Social., M. d. (2009). *Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios*. Quito.
- Trabajo., I. N. (1997). *Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo*. España: NTP. .
- Villanueva, J. ((s.f.)). *Detección de incendios*. Barcelona: NTP 40.

ANEXOS

Anexo I Manual de usuario del sistema de control electrónico, detección y alarma contra incendios GE-Interlogix nx-8

El presente manual es para usuarios con conocimientos técnicos y capacitación previa con respecto al sistema de control electrónico, detección y alarma contra incendios GE-Interlogix nx-8.

A. ACTIVACIÓN DEL SISTEMA

- La unidad central está programada en caso de que esté o no armada por medio del teclado, ésta se active de manera automática mediante los detectores de humo o las estaciones manuales.
- Para activar el sistema debe:
- Verificar que en la pantalla del teclado indique sistema listo.
- Ingresar el código de usuario de 4 o 6 dígitos
- Retirarse de la bodega

B. DESACTIVACIÓN DEL SISTEMA

- En caso de que la central NX-8 entre en estado de alarma, se debe seguir los siguientes pasos:
- Verificar en el teclado inmediatamente que sensor se activó
- Actuar inmediatamente en caso de un conato con los extintores manuales
- Si se activó por falsa alarma verificar el estado de los sensores en especial de las estaciones manuales
- Una vez controlado el conato de incendio se debe ingresar el código de usuario de 4 o 6 dígitos para desactivar la central NX-8
- En el estado de desactivado permite verificar la memoria de eventos de la central NX-8 con las teclas de arriba y abajo del teclado, aquí se indica que zona o sensor se activó.
- En el caso de que el conato de incendio aumente y no sea posible su mitigación, las luces estroboscópicas con sirena se activarán.

- En caso de un incendio la central envía una señal vía telefónica de manera inmediata al cuerpo de bomberos para que tomen las medidas adecuadas.

C. PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

- No manipular los detectores de humo, esto debe realizarse por personal calificado.
- No abrir el gabinete metálico principal, puede ocasionar daños irreparables al equipo, solo el personal calificado puede realizar trabajos de mantenimiento cuando sea necesario
- Solamente el personal capacitado para armar y desarmar el sistema puede hacer uso del mismo.
- No introducir objetos extraños al sistema